269/5 1

PHYSIOLOGISCHE UNTERSUCHUNGEN

ÜBER DIE

BEWEGUNGEN DES GEHIRNS UND RÜCKENMARKS,

INSBESONDERE

DEN EINFLUSS DER CEREBROSPINALFLÜSSIGKEIT AUF DIESELBEN

VON

DR. ALEXANDER ECKER,
Prosector und Privatdocent an der Universität Heidelberg, Mitglied der naturforschenden Gesellschaft daselbst.



STUTTGART.
E. Schweizerbart'sche Verlagshandlung.
1843.

Der

königl. belgischen Academie der Wissenschaften zu *Brüssel*

ehrfurchtsvoll gewidmet

vom

Verfasser.

Vorwort.

Die Veranlassung zu diesen Untersuchungen über die *Bewegungen des Gehirns* und *Rückenmarks* war zunächst die von der königl. belgischen Akademie der Wissenschaften aufgestellte Preisfrage: *Welches ist die nächste Ursache der mit den Athembewegungen synchronischen Bewegungen des Gehirns und Rückenmarks?* — Berufsgeschäfte hinderten mich, in der von der Akademie zur Beantwortung dieser Frage gegebenen Frist eine zur Erhaltung sicherer Resultate erforderliche Anzahl von Untersuchungen vorzunehmen. Erst später wurde mir Gelegenheit hiezu und Musse,

auch in historischer Beziehung den Gegenstand vollständiger zu bearbeiten. Die dabei erhaltenen Resultate schienen mir der Veröffentlichung nicht unwerth und ich übergebe sie somit dem Urtheile der Sachkundigen.

Heidelberg, im August 1843.

Ecker.

INHALT.

Digitized by the Internet Archive
in 2016

https://archive.org/details/b22308246

Erstes Capitel.

Ueber die Bewegungen des Gehirns im Allgemeinen.

Historisches.

Schon bei den ältesten Schriftstellern finden wir einer am Gehirn oder dessen Hüllen bei lebenden Menschen oder Thieren wahrgenommenen Bewegung Erwähnung gethan. Wohl die früheste Beobachtung der Art findet sich bei PLINIUS[1], der aber freilich dieselbe nicht unmittelbar beobachtet zu haben scheint; er gibt an, dass die Bewegung bloss beim Kinde stattfinde, hat also wohl nur die Bewegung der Fontanellen wahrgenommen. GALEN[2] spricht genauer von Bewegungen des Gehirns, die er für die Funktion desselben nothwendig erachtet; seine Ansicht soll weiter unten noch genauer exponirt werden. So soll auch ORIBASIUS[3] diese Bewegungen beobachtet haben. Ferner erwähnen diese Bewegung REALDUS COLUMBUS[4],

[1] Hist. nat. Paris 1511. fol. L. VII. C. 16. L. XI. C. 37.

[2] CL. GALENI opp. omnia ed. KÜHN. Lips. 1822. T. IV. S. 112 (de usu partium XIII, 8. de util respir. C. VI.) und T. II. (de instrum. odoratus).

[3] Vergl. HALLER Elem. physiol. IV.

[4] REALDI COLUMBI cremonensis de re anatomica libri XV.

Piccolhomini [1], Bartholin [2], Paré [3], Bauhin [4], Riolan [5]. Dagegen leugneten auch Andere, dass das Gehirn sich bewege; so tadelt Vesal [6] den Galen wegen dieser Annahme. Falloppius [7] spricht sich weniger bestimmt dagegen aus, hat aber dieselben jedenfalls nicht selbst wahrnehmen können. Er spricht aber von einer Pulsation der dura mater, die durch ihre und der pia mater Arterien veranlasst werde [8] und die beständig vorhanden sey. Volcher Coyter [9] öffnete den Schädel

---

Paris 1572. L. VIII *de cerebro*. C. 1. S. 347 ... non modo cordi perpetua adest systole ac diastole sed cerebro quoque, u. L. I de *ossibus*. C. 5. S. 38.

[1] Archangeli Piccolhomini anatomicae praelectiones. fol. Romae 1586. S. 271.

[2] Thom. Bartholini anatome etc. Lugd. Batav. 1674. 8°. L. III. C 2. S. 459: cerebri motus systole et diastole constat estque continuus uti videre licet in capitis vulneribus, recens natis ... et nos non raro hunc motum in vulneratis vidimus.

[3] Ambr. Paré, opp. omn. Paris 1582. ed Guillemeaux p. 300.

[4] Casp. Bauhini theatr. anatomicum 1621. Basil 4. L. III. S. 321.

[5] *Anthropographia*. Paris 1626. 4. L. VII. C. 1. S. 655.

[6] A. Vesalius *anatomicarum* G. Falloppii *observationum examen*. Venet. 1564. 4. S. 169.

[7] Gabr. Falloppii opp. omn. Venet. 1606. fol. obs. anat. S. 114, addesse (motum) audacter non negarem, sed aut ob ipsius parvitatem aut aliam ob causam me nunquam hoc assequi potuisse affirmo.

[8] Ibid. Institut. anat. S. 29.

[9] Volcher Coyter, externarum et internarum principalium humani corporis partium tabulae atque anatomicae exercit. observationesque. *Norimberg 1573*. p. 122: agnorum haedorum et canum viventium, quo certe, num cerebrum movetur deprehenderem aperui capita, at nullum cernere quivi in iis motum. Quod in cerebri magnis vulneribus cerebrum simili cum arteriis motu agitari videtur, arteriis et non substantiae cerebri ascribendum est.

an lebenden Lämmern, Böcken, Hunden, sah aber keine Bewegung des Gehirns. Dass es sich zu bewegen scheine, komme blos von der Pulsation der Arterien her. Willis[1] läugnet ebenfalls, dass das Gehirn sich selbst bewege. Manche, die bei Eröffnung des Schädels an Thieren oder bei Schädelwunden eine Bewegung wahrnahmen, schrieben dieselbe nicht dem Gehirn, sondern andern Theilen zu, z. B. den Sinus oder der dura mater im Ganzen. Vesal[2] behauptete schon, die Sinus pulsirten, während er die Bewegung des Gehirns läugnete; er schrieb diese Pulsation dem Umstand zu, dass sich die Arterien in die Sinus öffneten, was aber schon von Falloppius und R. Columbus bündig widerlegt wurde. Walther[3] vertheidigte die Ansicht, dass nicht das Gehirn sich bewege, sondern dass blos die Sinus pulsirten. Die Bewegungen, die man nach Entfernung des Schädels wahrnehme, seyen blos an der Stelle des Längsblutleiters deutlich; von da nach abwärts sehe man weder Gehirn noch Hirnhaut pulsiren. Slevogt[4] nahm wieder eine direkte Einmündung von Arterien in die Blutleiter (die von Falloppius geleugnet, aber von Vesal, Bartholin, Diemerbroeck, Vieussens abermals behauptet worden war), und eine Pulsation derselben an; er will aber auch bei einem am Kopf verwundeten

[1] Th. Willis opp. omn. Amstelod. 1682; cerebri anatome C. VI.: cerebrum ipsum motu caret.

[2] *De corp. hum. fabrica.* L. III. C. 14.

[3] De pulsu sanguinis in durae meningis sinu. diss. Lips. 1737. 4.

[4] *Diss. de dura matre.* Jenae 1690. 4. abgedruckt in Haller disp. anat. select. Göttingen 1747. T. II. §. 50. S. 831.

Knaben eine Anschwellung derselben während starken Schreiens beobachtet haben. Die Nichtexistenz dieser Pulsation haben RIDLEY [1], HALLER [2], WALSTORFF triftig bewiesen. Es findet durchaus keine pulsirende Bewegung der Sinus statt; höchstens kann von einem in der Nähe verlaufenden stärkern Ast der arteria meningea denselben bisweilen eine ähnliche Bewegung mitgetheilt werden; auch sind die Wände der Sinus so straff, dass selbst nach Abnahme der Schädeldecke nur eine sehr unerhebliche Ausdehnung derselben stattfinden kann.

Andere, welche die Bewegung des Gehirns selbst ebenfalls läugneten, glaubten, der Schein einer solchen Bewegung werde durch die Pulsation der Arterien der dura mater veranlasst; diese theilten dieser Haut eine Bewegung mit, das Gehirn selbst aber bewege sich nicht, so FALLOPPIUS [3] und Andere. Besonders war aber BOERHAAVE [4] dieser Ansicht und durch diese Autorität hat die Ansicht, dass das Gehirn sich selbst bewege, einen grossen Stoss erhalten und erst SCHLICHTING's Untersuchungen waren mächtig genug, der Wahrheit wieder Bahn zu brechen. HALLER theilte anfänglich die Ansicht seines Lehrers, machte aber später, durch SCHLICHTING's Beobachtungen aufmerksam gemacht, Versuche, die ihn die Unrichtigkeit

---

[1] Philosophical transactions. 1703. XXIII.

[2] Elem. physiol. IV. 182.

[3] l. c. obs. anat. p. 114.

[4] HALLER comment. in praelect. Boerhavii. T. II. S. 365, 366, 384: B. vivo cani cranium sustulit, vidit arterias durae matris pulsare vi valida, deinde abstulit duram matrem; quievit cerebrum, non pulsavit etc.

seiner frühern Ansicht erkennen liessen. Damit stellen wir nicht in Abrede, dass an der dura mater eine Pulsation ihrer Arterien stattfinden könne. An grössern Thieren ist wohl gewiss eine wahrzunehmen, und Ravina [1] hat dieselbe beobachtet; es ist nur zu verwundern, wie man Bewegung der harten Hirnhaut und des Gehirns so zusammenwerfen konnte, da nichts leichter ist, als sich zu überzeugen, dass auch ohne die erstere das Gehirn in gleicher Weise fortfährt sich zu bewegen.

Bei weitem zahlreicher sind nun auch jene Beobachtungen, welche das Bestehen einer Bewegung des blossgelegten Gehirns selbst bestätigen. Wenn man aber auch eine solche Bewegung anerkannte, so war man doch über die Art, über den Rhythmus und daher auch über die Ursache derselben nicht der gleichen Ansicht. Die älteste Ansicht darüber ist die von Galen. Galen [2] behauptete, das ganze Gehirn bewege sich, habe eine Systole und Diastole, und diese Bewegung stehe mit dem Athmen in Beziehung; die Luft sollte nach dieser Ansicht beim Einathmen durch die Nase und die Löcher des Siebbeins in die vordern Ventrikel des Gehirns eindringen und das Gehirn ausdehnen, dann bei der Exspiration wieder austreten u. s. w., und er schreibt dieser Einrichtung einen doppelten Nutzen, den der Vermehrung und Reinigung der Lebensgeister und den der Perception der Gerüche zu. Diese Ansicht scheint, wie fast alle von Galen, lange die herrschende gewesen zu seyn, sie findet sich u. a. bei Bauhin [3], Fracassatus [4]. Diese

---

[1] Meckel's Archiv III. S. 121. — [2] De instrum. odorat. C. VI. (Tom. II. S. 884.) — [3] L. c. S. 320.
[4] Ep. ad Marc. Malpighi de cerebro. Bonon. 1665. 12.

Communication zwischen Gehirn und Nasenhöhle wurde bekanntlich von den älteren Anatomen allgemein behauptet, jedoch schon von BERENGARIUS CARPUS, VESAL, VIEUSSENS, besonders aber von C. V. SCHNEIDER (de osse cribriformi u. de catarrhis) gründlich widerlegt. Um so mehr ist es zu verwundern, dass im Jahr 1737 in einer zu Paris erschienenen These (a diversa causa moventur cerebrum et dura meninx von CHEVALLIER) die GALEN'sche Ansicht nochmals aufgefrischt und von BOUILLET[1] aufgenommen wurde.[2]

Ebenso wenig als die vorige bedarf die folgende Ansicht wohl jetzt noch einer Widerlegung. Nach dieser sollte die dura mater das bewegende Moment seyn, das Gehirn durch dieselbe nur passiv in Bewegung gesetzt werden. Der dura mater schrieb man eine contractile Kraft zu, vermöge der sie sich bewege. Diese Ansicht hatte sich besonders zu Anfang des vorigen Jahrhunderts geltend gemacht durch ANTONIO PACCHIONI[3] und GEORG BAGLIV[4].

Anmerk. PACCHIONI[5] sagt, die ganze dura mater sey als ein eigenthümlicher häutiger Muskel zu betrachten, der aus drei

---

[1] *Elem.* de pratique. T. II. 32.

[2] Uebrigens neigte selbst LAMURE einen Augenblick zu dieser alten Ansicht hin und auch RAVINA hielt es für nöthig, durch Versuche zu beweisen, dass die in den Nasenhöhlen enthaltene Luft keinen Einfluss auf die Bewegungen des Gehirns haben könne.

[3] A. PACCHIONI de durae matris fabrica et usu. Romae 1701. 8. — Dann in den Briefen an FANTONI und TESTI, vereinigt in A. PACCHIONI opp. omn. Romae 1747. 4.

[4] G. BAGLIVI de fibra motrice. Basileae. 1703.

[5] D. dur. mater. S. 56.

Bäuchen und 4 Sehnen bestehe. Von ersteren umhüllen die 2 obern das grosse Gehirn, der untere umgibt das kleine Gehirn. Sehnen hat das grosse Gehirn drei, die mittlere (Falx cerebri) ist beiden Hemisphären des Gehirns gemeinschaftlich, zwei seitliche kommen den Hemisphären im Besondern zu, die 4. gehört dem kleinen Gehirn, liegt unter der Sichel und ist gleichsam der Antagonist derselben; er nennt diese (es ist der Falx cerebelli) Caudex; das Gezelt nennt er Interseptum horizontale. Diese Muskeln und Sehnen sollen nun eine doppelte Bewegung ausführen; die eine sey alternirend, nämlich bald contrahire sich der Falx und ziehe das Gezelt mit sich hinauf, wodurch das grosse Gehirn comprimirt, das kleine aber frei werde, bald ziehe der Caudex (falx cerebelli) das Tentorium herab, wodurch das grosse Gehirn vom Druck befreit, das kleine aber comprimirt werde. Durch Experimente an Hunden will er sich von der contractilen Natur der dura mater und der grossen Sensibilität derselben überzeugt haben. Die erste Spur dieser Ansicht findet sich eigentlich schon bei Willis [1], sie wurde aber erst von Pacchioni in der erwähnten Weise entwickelt. Bagliv [2] hat besonders diese Ansicht aufgenommen und die von Pacchioni aufgestellte Theorie, dass die Contractionen der dura mater zur Verbreitung des Nervenfluidum dienen, weiter ausgeführt. Er stellte eine Gegenwirkung zweier Kräfte, der des Herzens und der der dura mater auf. Das Herz treibe das Blut zum Gehirn, wodurch dieses ausgedehnt werde, die dura mater ziehe sich dann zusammen, drücke auf das Gehirn und treibe so die Nervenflüssigkeit durch die Nerven fort; es seyen diess gleichsam zwei Herzen: die dura mater nennt er cor cerebri. Die Bewegung dieser Membran sey deutlich an den Fontanellen, nach geöffnetem Schädel, besonders stark bei Convulsionen.

Diese Ansichten erhielten vielen Beifall, und

---

[1] L. c. cerebri anatome. C. 6. „Dura mater motui vix apta comparatur et tamen probabile est, eandem in partibus quibusdam aliquando contrahi et corrugari."

[2] L. c. L. 1. c. 5.

wurden zu jener Zeit fast von allen Anatomen und Aerzten angenommen, so z. B. von LANCISI [1], HOFMANN [2], SANTORINI [3], besonders aber von der STAHL'schen Schule, der sie trefflich in den Kram passte. Sie wurde aber längst von FANTONI [4] auf's Bündigste widerlegt, und dann von HALLER auf's Unumstösslichste bewiesen, dass diese Bewegungen vom Gehirn und nicht von der dura mater herrühren, die sich gar nicht bewegen könne, was zu beweisen auch der einfachste Versuch genügt. SCHLICHTING, der zuerst die Bewegungen des Gehirns genauer untersuchte, hatte sich noch nicht getraut, einen bestimmten Ausspruch über die Ursache derselben zu thun. HALLER hat zuerst bestimmt nachgewiesen, dass alle diese Bewegungen durch den Lauf des Blutes bedingt seyen, und darüber herrscht auch wohl jetzt nirgends mehr ein Zweifel; es ist, wie sich aus den folgenden Blättern zur Genüge ergeben wird, unumstösslich bewiesen, dass dem Gehirn *unmittelbar* oder *mittelbar* von dem Blute eine Bewegung mitgetheilt wird. Nur über die Art und Weise, wie diess geschehe, sind die Ansichten noch getheilt und besonders desshalb getheilt, weil man nicht nur in verschiedenen Fällen einen verschiedenen Rhythmus wahrgenommen hat, sondern sogar die Coexistenz zweier in ihrem Rhythmus verschiedenen Bewegungen von anerkannt trefflichen

---

1 De sede cogitantis animae p. 313.

2 Syst. med. — S. bei HALLER.

3 HALLER comm. in BOERH. prael. II. 364.

4 FANTONI opusc. med. et physiol. Genevae 1738. PACCHIONI hat später selbst, in einem Briefe an FANTONI, seine Ansicht zurückgenommen.

Beobachtern constatirt wurde. Die einen haben nämlich gesehen, dass sich das Gehirn synchronisch mit dem Herzschlag hebe und senke und nehmen daher an, dass durch den Stoss des Bluts bei der Systole des Herzens dem Gehirn eine Bewegung mitgetheilt werde; andere konnten keine Congruenz der Bewegungen des Gehirns mit denen des Herzens wahrnehmen, sahen aber dagegen eine Beziehung zwischen den ersteren und den Athembewegungen und zwar eine Hebung des Gehirns während der Exspiration, eine Senkung desselben bei der Inspiration und erklärten diess aus dem Einfluss, den das Athmen auf den Venenblutlauf ausübt, auf eine später zu erwähnende Art. Noch Andere haben in einem und demselben Falle die Coëxistenz der beiderlei Bewegungen gesehen, nehmen daher an, dass das Gehirn von zwei verschiedenen Ursachen und in einem doppelten Rythmus bewegt werde. Es wird sich im Verlaufe der Grund dieser Verschiedenheit der Ansichten und welches die richtige sey ergeben. Was eigene und fremde Erfahrung über diese beiderlei Bewegungen gelehrt, will ich in diesen Blättern mittheilen und zwar werde ich den Gang befolgen, eine jede derselben zuerst einzeln zu analysiren. Ich beginne mit jenen Bewegungen des Gehirns, die pulsirend, mit dem Herzschlag synchronisch sind und die man daher auch die *arteriellen* nennen kann.

Zweites Capitel.

Von der arteriellen Bewegung des Gehirns.

Die Ansicht, dass das ganze Gehirn durch den Impuls des vom Herzen eingetriebenen Blutes und die Diastole seiner Arterien bewegt werde, ist die bei weitem ältere, indem die andere sich erst aus der Mitte des vorigen Jahrhunderts datirt. Die Anatomen und Aerzte, welche diese pulsirenden Bewegungen des Gehirns beobachtet haben, sind vorzüglich Folgende. Nach HALLER's [1] Angabe erwähnt schon ORIBASIUS eine mit dem Herzschlag synchronische Bewegung des Gehirns.

REALDUS COLUMBUS [2] gibt an, dass das Gehirn ebenso wie das Herz pulsire. DIEMERBROECK [3] sah eine mit dem Herzen synchronische Bewegung am Gehirn, RIOLAN [4] bei einem, dessen Schädel durch Lues zum Theil zerstört war, deutlich eine Erhebung des Gehirns im Moment der Systole des Herzens. VIEUSSENS [5] hat auch diese Pulsationen beobachtet. RIDLEY [6] sah deutlich bei Hunden die der Herzbewegung entsprechende Bewegung der dura mater, und dieselbe Bewegung zeigte sich nach Eröffnung der dura mater auch am Gehirn. Dieser Bewegungen geschieht

---

[1] Elem. physiol. IV. 176.

[2] l. c. S. 347.

[3] Opp. omn. med. et physiol. *Ultrajecti* 1605. fol. III. 5. 345.

[4] Anthropographia. *Paris* 1626. 4. VII. 1. 655.

[5] Neurographia universalis. *Lugduni*, 1685. fol. S. 17. u. 41.

[6] Philos. transact. XXIII. 1703, u. on the brain. C. 6.

ferner Erwähnung bei LITTRE [1], so auch bei FANTONIUS [2]. Man vergl. auch BARTHOLIN [3] und HIGHMOR [4]. HALLER [5] führt noch mehrere Gewährsmänner für die Richtigkeit des Beobachteten an, die mir nicht alle zugänglich waren, wie BIANCHI, HOFFMANN, CHARLETON, BELLETÊTE. HALLER selbst hat diese Bewegung oft beobachtet, ohne desswegen sie für die alleinige zu halten. Dass die Bewegungen des Hirns mit denen des Herzens synchronisch seyen, behaupteten auch, wenn sie gleich eine andere Erklärung des Phänomens gaben, PACCHIONI und BAGLIV [6]. Unter den Neuern haben besonders BICHAT [7] und RICHERAND [8] von diesen mit dem Herzschlag synchronischen Bewegungen des Gehirns gehandelt und es erklärt sich namentlich der Leztere mit grösster Bestimmtheit gegen das Vorhandenseyn irgend einer andern, namentlich einer mit den Athembewegungen congruirenden Bewegung und stellt die Behauptung auf, dass die Bewegung des

---

[1] Mém. de l'acad. des sciences de 1707. p. 168.

[2] Epist. ad Pacchionum in dessen Opusc. med. et physiol. Genevae 1738. S. 7; dort sagt er, nachdem er PACCHIONI widerlegt: Dilatatio cerebri efficitur commotis simul omnibus atque expansis arteriis, quae totam illius crassitudinem pervadunt deinde iisdem contractis pariter cerebrum sua non modo gravitate sed et naturali quadam vi elastica restituitur.

[3] l. c. S. 459.

[4] Corp. hum. disquis. anatom. 1651. fol. III, 9.

[5] l. c.

[6] l. c. l. 1. 280.

[7] *Recherches physiologiques sur* la vie *et la mort* 3ème edit. *Paris* 1805. II. 2. 170.

[8] *Mémoire sur les mouvemens* du *cerveau.* in Mém. de la soc. médicale d'émulation III, année. Paris, an VIII, und Elemens de physiologie. Paris, 1820, II. 155.

Gehirns einzig und allein durch den Stoss des arteriellen Blutes veranlasst sey. Rudolphi[1] sagt, dass man gewöhnlich nur eine solche Bewegung erkenne, die von den Bewegungen der Arterien beim Puls herrührt und mit diesen gleichzeitig ist; er habe bei Erwachsenen, wo nach Beinfrass des Schädels bald grössere bald kleinere Theile des Gehirns entblösst lagen, dieselbe öfters und nie eine andere beobachtet. Chelius[2] hat ebenfalls diese und keine andere gesehen; Tiedemann[3] hat diese Bewegungen ebenfalls gesehen; auch Magendie[4] statuirt dieselben. Andere läugneten diese Congruenz der Hirnbewegungen mit denen des Herzens und stellten in Abrede, dass es auf die erwähnte Art, nämlich durch die Pulsationen der Arterien, gehoben werde, so Piccolhomini[5], Bauhin[6]. Walther[7] hält die Masse des Gehirns für zu gross, als dass sie durch den Impetus des arteriellen Blutes gehoben werden könnte. Portal[8] läugnet diese Bewegungen ebenfalls, er führt nach Vicq-d'Azyr dagegen an, dass die Erweiterung der Arterien viel häufiger eintrete als die Hebung des Gehirns und dass über-

---

[1] Physiologie II, 1. §. 257.

[2] *Zur Lehre von den schwammigen Auswüchsen der harten Hirnhaut.* Heidelberg 1831. S. 38.

[3] Nach mündlicher Mittheilung.

[4] *Physiologie*, übers. von Hofacker, I, §. 82 u. leçons sur les fonct. et les maladies du système nerveux. Paris 1839. T. I, S. 166.

[5] l. c. S. 271.

[6] l. c. S. 319—20, imposita manu in nuper natorum sincipite et altera ad manus carpum motum motibus non correspondere percipies, sed plures pulsationes in arteriis fieri etc.

[7] l. c. — [8] Anatomie médicale. Paris 1804. 4. IV. S. 65.

diess diese Erweiterung nie bedeutend genug seyn könne, um das Gehirn zu heben. FLOURENS[1] läugnet das Vorhandenseyn dieser pulsirenden Bewegungen und nimmt nur eine, nämlich die mit der Respiration synchronische Bewegung an. Er tadelt HALLER, dass er diese Bewegung schlecht beobachtet habe, indem er die Bewegungen bei starkem Athmen allerdings richtig dem Athmen zugeschrieben, die schwachen Bewegungen aber während des gewöhnlichen Athmens irrigerweise davon getrennt und sie für arterielle gehalten habe; die Arterien trügen nur dadurch zu diesen Bewegungen bei, dass sie, wie bekannt, während der Exspiration eine grössere Menge Blutes zu den Organen führen. Es muss Jedem auffallen, dass über ein, wie es scheint, so leicht zu beobachtendes Phänomen bis jezt immer noch so verschiedene Ansichten herrschten und es war daher eine Revision derselben keine überflüssige Arbeit. Nach sorgfältiger Vergleichung der bisherigen Beobachtungen und meinen eigenen Erfahrungen scheint mir in Bezug auf die arteriellen Bewegungen Folgendes festgesetzt werden zu können.

1) *Das blosgelegte Gehirn zeigt bei lebenden Menschen und bei lebenden Säugethieren* (jedoch nicht bei allen) *eine mit dem Herzschlag synchronische, pulsirende Bewegung*, nämlich eine kurze stossweise Erhebung oder Anschwellung im Moment der Systole des Herzens, ein kurzes Senken im Moment der Diastole, einen wirklichen Puls.

A) Die *Beobachtungen am Menschen* wurden

---

[1] *Recherches experimentales sur les propriétés et les fonctions du systeme nerveux.* II. édit. Paris 1842. S. 347 u. 348, und *l'Institut*, 1842. Nro. 440.

gemacht bei zufälligen Verletzungen und Wunden, bei der Trepanation, Hirnbrüchen, cariöser Zerstörung der Schädelknochen. Ich führe einige derselben an:

Riolan [1] sah bei einem Mann, dessen Schädel durch Lues zerstört war, diese pulsirenden Bewegungen. Solche Beobachtungen machten auch Fantoni [2] und Diemerbroeck [3]. Ridley [4] führt einen Fall aus den miscell. nat. curios. an von Zerreissung der dura mater und pia mater, wo das vorgetretene Gehirn beständig pulsirt habe. Bei Gambs [5] findet sich ebenfalls eine dahin gehörige Beobachtung. Ph. v. Walther [6] sah bei zwei Trepanirten die Bewegungen des Gehirns, die vollkommen dem Pulsschlag entsprachen, und zwar die Erhebung des Gehirns der Diastole der Arterien. Klein [7] hat ähnliche Beobachtungen gemacht. Richerand [8] erwähnt folgenden Fall: Bei einer Frau war fast das ganze linke Scheitelbein durch Caries zerstört und eine bedeutende Partie der harten Hirnhaut entblöst. Richerand sah deutlich die mit dem Herzschlag synchronischen Bewegungen des Gehirns. Er liess die Kranke husten, den Athem anhalten; die Bewegung blieb gleich. Beim Husten nahm das Gehirn nur an der allgemeinen Erschütterung Antheil (was, wie Richerand bemerkt, einen präoccupirten Beobachter verleiten könnte, diese Bewegung einer andern

---

[1] l. c. 655. — [2] l. c. — [3] l. c. S. 345. — [4] l. c.

[5] Diss. (praes. Salzmann) de mira cranii fractura in homine per 40 annos superstite. Argentorati, 1718.

[6] Med. chir. Zeitung 1816. II. S. 29. Uebers. der Krankheitsfälle der chirurg. Klinik in Landshut.

[7] Chir. Bemerk. Stuttgart 1801.

[8] Élem. de physiol. II, S. 155.

Ursache, nämlich dem Rückfluss des venösen Blutes zuzuschreiben). — RUDOLPHI (siehe oben S. 12) hat beim Menschen diese Bewegung ebenfalls beobachtet, so auch RAVINA [1] in zwei später noch zu erwähnenden Fällen. CHELIUS [2] behandelte einen jungen Mann, bei dem im Verlauf einer durch Quecksilber behandelten Syphilis ein mehr als thalergrosses Stück der Schädelknochen necrosirte und die harte Hirnhaut dadurch blosgelegt wurde; er sah auch hier nur eine mit dem Arterienschlag synchronische Bewegung. Das Athmen habe nur insofern Einfluss, als es Einfluss auf Beschaffenheit des Pulses übe.

BOUCHACOURT [3], VELTEN [4], ZARTMAN [4], KÖHLER [4], MAYER [4], BÉRARD [5] haben ähnliche Beobachtungen gemacht. Diese Fälle werden genügen, die vorangestellte Behauptung zu unterstützen.

B. *Die Versuche an Thieren, in denen man diese Bewegungen wahrgenommen hat*, sind zahlreich. RIOLAN [6] hat sie bei lebenden Schafen, RIDLEY [7] bei Hunden, RICHERAND [8] ebenfalls bei Hunden beobachtet. SCHLICHTING (in seinem später öfters zu erwähnenden, unten citirten Mémoire) hat im Gehirn nebst der andern mit der Respiration synchronischen Bewegung auch eine Pulsation wahrgenommen. LORRY [9] will an

---

[1] Mém. de Turin. 1811 u. 12, und MECKEL's Archiv f. Physiol. III. 119.

[2] l. c. S. 38.

[3] Ann. d'anat. et de phys. pathol. p. PIGNÉ· Livr. 3.

[4] SCHMIDT's Jahrb. Bd. XXXVI.

[5] CRUVEILHIER path. Anat. übers. von KÄHLER. Lpzig 1814, II. 105.

[6] l. c. S. 355. — [7] l. c. — [8] l. c. — [9] Sur les

dem entblösten Gehirn eines jungen Kaninchens eine pulsirende Bewegung wahrgenommen haben, welche der des Herzens entsprach. Haller[1] sah in vielen Versuchen die arteriellen Bewegungen des Gehirns (siehe dessen Versuche Nro. 236, 237, 242, 243, 250, 251, 252). Ich selbst beobachtete sie in folgenden Versuchen.

Erster Versuch (an einem jungen Hunde von 8 Wochen). Ich trepanirte auf dem rechten Scheitelbein. Kaum war das ausgebohrte Knochenstück entfernt und die harte Hirnhaut blosgelegt, so sah ich dieselbe deutlich bei jeder Inspiration sich tief senken, und beim Ausathmen, Schreien und bei heftigen Bewegungen des Thiers sich heben und in die Oeffnung eindrängen. Nebstdem sah ich ganz deutlich eine pulsirende Bewegung an derselben, die mit dem Herzschlag correspondirte; die Pulsationen waren leichter wahrnehmbar, obgleich eigentlich schwächer, wenn das Gehirn bei der Inspiration sich gesenkt hatte. Ich öffnete nun die dura mater, wobei das Thier unzweideutige Zeichen von Schmerz äusserte und schlug sie in 4 Lappen zurück. Das Thier athmete nun tief und ziemlich langsam; bei jedem Ausathmen war die Oberfläche des Gehirns von blutig gefärbter Flüssigkeit bedeckt, die neben dem Gehirn hervortrat und die Trepanöffnung fast vollständig ausfüllte; so wie das Gehirn sank, verschwand diese Flüssigkeit völlig und das Gehirn lag entblöst da. Bei Compression des Thorax hob sich das Gehirn so bedeutend, dass es sich weit

mouvemens du cerveau et de la dure mère. Mém. de mathem. et physique prés. à l'acad. etc. T. III. Paris 1760. S. 301.

[1] Opp. min l. 131.

in die Oeffnung eindrängte. Die pulsirende Bewegung, die mit dem Puls der Carotiden genau übereinstimmte und der Flüssigkeit auf dem Gehirn eine oscillirende Bewegung mittheilte, wurde bei sehr starken Exspirationsanschwellungen undeutlich, gleichsam verwischt; aber auch wenn das Gehirn gesunken war, war sie zeitenweise nicht zu bemerken; bisweilen war gar keine Bewegung wahrzunehmen. Nachdem ich diese Bewegungen längere Zeit beobachtet hatte, tödtete ich das Thier durch Eröffnung der Carotis dextra; das Gehirn sank schnell tief unter das Niveau der Schädelöffnung, tiefer als es je bei einer Inspiration gesunken und es war nun ein grosser leerer Raum zwischen Gehirn und Schädel wahrzunehmen. — Nach dem Tode spritzte ich Wasser durch die Carotis sinistra ein; das Gehirn hob sich dabei etwas weniges.

Zweiter Versuch (an einem erwachsenen weiblichen Spitzhunde). Ich legte zuerst die eine Vena jugularis bloss, sah aber an derselben keine regelmässig mit dem Athmen correspondirende Bewegung, sondern nur eine Art undeutlicher Pulsation; darauf schritt ich zur Trepanation, die bei erwachsenen Hunden wegen des hohen Ursprungs des Musc. temporalis sowohl als wegen der Crista nicht ohne Schwierigkeiten ist. Am besten ist es, hart vom Knochen den Muskel abzulösen und zurückzuschlagen. Nachdem das Ausbohren des Knochens, wobei eine ziemlich starke Blutung stattfand, vollendet war und die dura mater entblösst da lag, war ich erstaunt, an derselben durchaus keine Bewegung wahrzunehmen. Haller's Beobachtungen, welcher fand, dass die dura mater meistens erst dann die vom Gehirn mitgetheilten

Bewegungen wahrnehmen lässt, wenn man sie vom Knochen etwas ablöst, konnten hierüber Aufschluss geben. Ich schnitt nun sogleich die dura mater ein und sah stossweise etwas helle Flüssigkeit hervortreten, erweiterte dann die Oeffnung und legte die dura mater in Lappen zurück. Jetzt sah ich sogleich deutlich und schön eine lebhaft pulsirende Bewegung des Gehirns. Die Pulsationen waren durchaus mit dem Herzschlag synchronisch, wie ich mich während einer ganzen Viertelstunde, in der ich während aufmerksamer Beobachtung der Hirnbewegung mit der Hand den Herzschlag fühlte, aufs unzweideutigste überzeugen konnte. Es war diese Uebereinstimmung um so auffallender, als der Herzschlag Unregelmässigkeiten zeigte und die Bewegungen des Gehirns aufs genaueste diesen folgten, so z. B. machte einmal das Herz zwei schnelle Schläge, dann einige langsamere, dann 3—4 ganz schnelle Pulsationen, worauf es intermittirte. Alles diess war in den Pulsationen des Gehirns ebenso; Rhythmus und Stärke waren ganz gleich; die Bewegungen waren auch durchaus synchronisch mit den Pulsationen der Carotiden. Das Thier athmete sehr leicht, ruhig und gleichmässig fort. Ich suchte nun durch leichtes Zusammendrücken der Nase das Athmen etwas beschwerlicher zu machen und sah nun deutlich auch die andern Bewegungen. Beim Einathmen senkte sich das Gehirn, indem es dabei immer fort pulsirte, so dass es sich gleichsam in pulsirenden Absätzen zu senken schien. Beim Ausathmen und noch mehr bei Compression des Thorax hob sich das Gehirn, ebenfalls fort pulsirend. Auf eine Inspiration oder Senkung des Gehirns schienen

mir mehr Pulsationen zu kommen als auf eine Hebung. Bei sehr bedeutender Hebung, wenn das Gehirn sich über das Niveau der Oeffnung hervordrängte, ging die Pulsation in dieser Hebung ganz unter, während sie bei der Senkung deutlicher wahrzunehmen war. Nachdem ich diese Bewegungen lange beobachtet, öffnete ich die rechte Vena jugularis communis. Das Thier machte sehr tiefe und langsame Athemzüge; bei jeder Exspiration floss das Blut in einem Strom, während bei der Inspiration die Blutung fast ganz still stand. Die pulsirenden Bewegungen des Gehirns wurden nun immer schwächer; das Gehirn sank im Ganzen ein, obgleich es sich bei der Exspiration noch etwas weniges hob. Nachdem sich das Thier verblutet, war das Gehirn ganz eingesunken, tief unter dem Niveau der Schädelöffnung, so dass ein grosser leerer Raum zwischen Gehirn und Schädel vorhanden war. Bei Kaninchen war ich ausser Stande nebst den respiratorischen Bewegungen, die deutlich sind, irgend eine Spur von diesen pulsirenden Bewegungen wahrzunehmen, woher es vielleicht auch kommen mag, dass Flourens, der, wie es scheint, nur an Kaninchen experimentirte, dieselben gänzlich läugnet. Dass diese pulsirenden Bewegungen, wie Flourens will, nichts Anderes seyen, als die schwächern respiratorischen, diesem wird Jeder widersprechen müssen, der nur einmal bei einem anderen Thier, z. B. einem Hunde, diese beiden Bewegungen zugleich beobachtet hat. Ob die geringe Energie des Blutlaufs bei den Kaninchen oder sonst etwas die Ursache ist, lasse ich dahingestellt. Bei *Vögeln* zeigt sich von diesen Bewegungen keine Spur, wie ich

bei einer Taube deutlich wahrnehmen konnte; ebenso wenig bei *Amphibien.*

2) Die Bewegung zeigt sich sowohl am grossen als kleinen Gehirn.

Anmerk. Es wird von den Meisten als bekannt und unbestritten angenommen, dass ganz dieselbe Pulsation auch an den *Fontanellen* neugeborner Kinder wahrzunehmen sey und diess die häufigste Gelegenheit biete, sich von deren Existenz zu überzeugen. Von *pulsirenden* Bewegungen der Fontanellen sprechen ausdrücklich unter Anderen: BARTHOLIN (III. c. 2. 459), FANTONI (l. c. p. 8), LORRY (l. c. 301), HALLER (elem. physiol. l. c.), RAVINA (l. c. S. 121) u. a. m. LORRY gibt an, er habe an der Fontanelle eines 8 Tage alten Kindes eine sanfte und leichte Pulsation gefühlt, die beim Schreien einer Anschwellung Platz gemacht habe. Im Fieber habe die Pulsation zugenommen. RAVINA leitet die pulsirenden Bewegungen an den Fontanellen nicht vom Gehirn selbst, sondern von den Arterien der harten Hirnhaut ab. Die gewöhnlichen Bewegungen der Fontanellen seyen nur arteriös und nur bei sehr heftigen Athembewegungen entsprächen sie diesen. — Ich konnte mich bis jezt nicht überzeugen, dass an den Fontanellen eine pulsirende, arterielle Bewegung stattfindet, eben so wenig Hr. Prof. NÄGELE, der zu diesem Zweck mit mir eine Anzahl neugeborner Kinder zu untersuchen die Güte hatte. Immer konnte ich nur die unten zu erwähnenden, mit dem Athmen synchronischen Bewegungen wahrnehmen.

3) Ganz dieselben Bewegungen, wie am Gehirn selbst, hat man auch an Hirnhautschwämmen wahrgenommen. Vergleiche LOUIS [1], FICKER [2], RAVINA [3], CHELIUS [4], JOBERT und BÉRARD [5].

4) Zwischen Herzschlag und Hirnbewegung besteht

---

[1] Mém. de l'acad. de chir. Vol. V.

[2] GRÄFE und WALTHER's Journal. II. 219.

[3] l. c. S. 121. — [4] l. c. S. 38.

[5] CRUVEILHIER path. Anat., übers. v. KÄHLER, I, 104.

in Beziehung auf Rhythmus und Stärke eine genaue Uebereinstimmung. DIEMERBROECK [1], der im Felde viele Beobachtungen über Kopfwunden zu machen Gelegenheit hatte, sagt hierüber: prout in carpo pulsus parvus aut magnus, rarus aut celer sentiebatur, ad eandem normam etiam cerebrum moveri conspiciebatur. Er sah auch, dass sie bei Sinken der Lebenskraft, bei Ohnmachten gänzlich aufhörte. Vergl. auch BARTHOLIN [2], HUNAULD [3], BURDACH [4]. In dem zweiten Versuche hatte ich ebenfalls Gelegenheit, von dieser Uebereinstimmung mich aufs vollkommenste zu überzeugen.

5) *Die Pulsationen sind meist während des Ausathmens und zwar besonders im Anfang der diesem Acte entsprechenden Hebung des Gehirns stärker, bei Zunahme der Hebung aber gehen sie in der Anschwellung gleichsam unter, und sind dagegen wegen des geringen Volumens des Gehirns bei der Inspiration in diesem Momente deutlicher, obgleich weniger kräftig.*

6) *Durch Compression und noch mehr durch Ligatur der Carotiden wird die Pulsation schwächer.* CHELIUS [5] beobachtete bei dem oben erwähnten Mann mit Necrose der Schädelknochen, dass die Bewegungen bei Druck auf die Carotiden schwächer und bei vermehrtem Druck fast unmerklich wurden. Dasselbe sah ich im dreizehnten Versuch. RICHERAND [6] unterband bei trepanirten Hunden die beiden Carotiden und beobachtete darauf Verminderung, aber nicht vollständiges Aufhören der Bewegungen; BICHAT [7] fand,

---

[1] Opp. omn. med. et anat. Ultrajecti 1685. fol. III, 5. S. 345.
[2] l. c. — [3] Mém. de l'acad. de chir. II, 150.
[4] Vom Bau und Leben des Gehirns III, 35.
[5] l. c. S. 38. — [6] Élem. de physiol. II, 153. — [7] l. c. S. 171.

dass die Bewegungen nach Unterbindung der Carotiden oft schwächer wurden, manchmal aber keine Abnahme erkennen liessen. Unterbindung der Carotiden und Vertebralarterien vernichte sie aber augenblicklich und tödte das Thier [1]. Ich habe (s. d. zehnten Versuch) an dem Gehirn eines Hundes, dem beide Carotiden und Vertebralarterien unterbunden waren, keine Spur von pulsirender, wohl aber noch recht deutlich die respiratorische Bewegung beobachtet. Richerand hat bei einem Kaninchen die aufsteigende Aorta unterbunden und sah sogleich mit dem Leben jede Bewegung aufhören.

7) *Nach Eröffnung einer bedeutenden Arterie nehmen die pulsirenden Bewegungen (so wie die Athembewegungen) des Gehirns in demselben Grade ab, als Blutmenge und Energie des Herzschlags abnehmen.* (Vergl. Versuch 3, 4, 5, 7). Das Nämliche, wenn auch langsamer, findet statt nach Eröffnung bedeutender *Venen* (vergl. Versuch 4 und 8); jedenfalls kann die schnelle Abnahme aller Bewegungen des Gehirns nach Eröffnung grösserer Arterien nicht als Beweis gelten [2], dass es keine andere als arterielle Bewegungen des Gehirns gibt, indem hier nicht nur die Abnahme des Impulses, sondern der Blutverlust im Allgemeinen in Rechnung zu bringen ist.

8) *Wenn man nach dem Tode mit einiger Gewalt Luft oder Flüssigkeit in die Gehirnarterien eintreibt, so wird das Gehirn meistens dadurch etwas emporgehoben.* Fantoni [3] sah diess beim Einblasen von Luft.

---

[1] l. c. S. 153. Ob er diese Unterbindung wirklich gemacht, führt er nicht an.

[2] Wie Richerand meint. — [3] l. c. S. 8.

RICHERAND[1] sprizte bei einer Leiche Wasser in die Carotiden und sah bei jedem Stoss der Spritze eine Hebung des Gehirns, ebenso BURDACH[2], *ich* im Versuch 1.

Aus allen diesen Erfahrungen geht hervor, dass der Gehirnmasse durch den von der Systole des Herzens bedingten Stoss des arteriellen Bluts eine Erhebung mitgetheilt wird, auf welche im Moment der Diastole ein Zusammensinken folgt, dass also das Gehirn synchronisch mit den Arterien pulsirt. Es frägt sich nun ferner: *Auf welche Weise theilt der Herzstoss dem Gehirn diese Bewegung mit?*

a) Man kann annehmen, dass die Hebung des Gehirns dadurch entstehe, dass im Moment der Systole des Herzens, also der Diastole der Arterien, die feineren, durch die Gehirnsubstanz verbreiteten Arterienästchen durch ihre in diesem Zeitmoment erfolgende Ausdehnung eine vorübergehende Turgescenz des Gehirns veranlassen, welche verschwindet, so wie durch die Systole der Arterien das Blut in die Venen weiter getrieben wird, dass also die sogenannte Hebung des Gehirns eine momentane Anschwellung desselben ist. So erklärten es LORRY[3], LITTRE[4].

b) Eine andre Ansicht ist folgende, die sich schon bei SENAC[5] und auch bei BORDEU[6] findet, vorzüglich aber von BICHAT[7], RICHERAND[8], BURDACH[9] ausgeführt

---

[1] l. c. S. 152. — [2] l. c. III, 36.

[3] l. c. S. 306—307. — [4] l. c. S. 130.

[5] Traité de la structure du coeur. 2. edit. Paris 1783. T. II. L. 5. C. 6. S. 239. („Ce sont seulement les artères de la base du crâne qui elévent le cerveau dans la fontanelle ou sons quelque ouverture.") — [6] Rech. sur les glandes. 492.

[7] l. c. S. 174. — [8] l. c. — [9] l. c. III, 35.

und vertheidigt wurde. Hiernach erklärte man sich die Bewegungen auf folgende Art: Alle grossen arteriellen Gefässstämme liegen an der Basis des Gehirns, also zwischen diesem und den knöchernen Schädelwandungen und dringen erst nach feinerer Vertheilung in der pia mater in die Substanz des Gehirns ein. Die Diastole der Arterien besteht aus einer Erweiterung und Ortsveränderung; in diesem Moment nun, wo die Arterien sich erweitern und ihre Lage ändern, stossen sie auf einen Widerstand, den des Knochens nämlich, wodurch die ganze Kraft der Bewegung auf die Gehirnmasse geworfen und diese also emporgehoben wird, auf ähnliche Weise, wie diess bei Geschwülsten geschieht, wenn zwischen denselben und einer harten Unterlage ein Arterienstamm verläuft, wovon Geschwülste am Hals, auf der Carotis, in der Leiste Beispiele abgeben. Als Erläuterung führt RICHERAND [1] an, dass, wenn man die Kniekehle auf ein Kissen lege, das Glied nicht bewegt werde; so wie man es aber auf eine harte Unterlage bringe, werde es durch die Pulsschläge erschüttert werden. BURDACH glaubt nicht, dass in den feinen Gefässen der Hirnsubstanz ein Wechsel von Systole und Diastole vorkomme, der bedeutend genug wäre, diesen Wechsel hervorzubringen; diese müssten also durch die arteriellen Gefässstämme an der Basis cerebri bedingt seyn, die noch aus mehreren andern Gründen zu dieser Wirkung besonders geeignet seyen; einmal haben die Gehirnarterien zartere Wandungen, wesshalb der mechanische Impuls der Blutwelle

---

[1] l. c. S. 156.

auf das Gehirn stärker sey, als auf jedes andre Organ; dann begegnen sich die entgegengesezten Ströme der Carotiden und Vertebralarterien, wovon der erstere nach hinten und oben, der leztere nach vorn und oben seine Richtung nimmt, die gemeinschaftliche Wirkung gehe in der Diagonale nach oben, müsse also das Gehirn erheben; endlich trügen auch die Krümmungen der Gehirnarterien sehr viel dazu bei, welches leztere BURDACH [1] durch einen Versuch zu beweisen suchte, und gäben sogar das Hauptmoment für die Bewegung des Gehirns ab. Ich glaube nicht, dass man in solch ausschliessender Weise, wie BICHAT, RICHERAND, BURDACH diese Bewegung ganz allein von den Arterienstämmen an der Basis des Gehirns herleiten kann, wenn man auch nicht läugnen kann, dass

---

[1] l. c. 36. Er hing einen vom Rumpf getrennten Kopf, nachdem die Wirbelarterien unterbunden und in die Carotiden Röhren eingesezt waren, die Schädeldecke aber in einige concentrische Ringe zersägt war, in einem schicklichen Gestelle senkrecht auf, nahm dann nach und nach die einzelnen Stücke der Schädeldecke ab und liess gleichzeitig in beide Carotiden stossweise Wasser einspritzen. Bei jedem Stoss hob sich das ganze Gehirn, zuerst mit der harten Hirnhaut, dann nach Durchschneidung und Zurücklegen des Wölbungstheils derselben für sich allein; nachdem der obere Theil des grossen Gehirns schichtweise abgetragen war, sah BURDACH bei jedem Stosse die Erhebung des Hirnstamms und nachdem er diesen theils weggenommen, theils auf die Seite gelegt und die durchschnittenen Arterienzweige grösstentheils unterbunden hatte, sah er die innere Carotis mit ihren Zweigen bei jedem Stoss der Spritze sich strecken und aufrichten, nach Ablauf des Wassers wieder in ihre Krümmungen zurückkehren. So seyen denn diese Krümmungen ein Mittel, den mechanischen Einfluss des Herzschlags zu verstärken, und geben das Hauptmoment für die Bewegung ab.

sie den grössten Antheil daran haben. Es schien mir immer die zwar rasch geschehende Pulsation des Gehirns nicht bloss eine Erhebung, also eine Ortsveränderung des Gehirns, sondern auch, so wie diess bei den Arterien der Fall ist, eine kurze, rasche Ausdehnung zu seyn, so dass ich den beiden angegebenen Ursachen einen Antheil zuzuschreiben geneigt bin.

Diese pulsirenden Bewegungen sind nun aber, wie zum Theil schon aus dem bisher Mitgetheilten hervorgeht, nicht die einzigen, die man wahrnimmt, es besteht nebst und mit denselben noch eine andere Bewegung, die offenbar eine verschiedene Ursache hat und die, so wie sie auf der einen Seite geläugnet, so auf der andern als die alleinig vorhandene anerkannt wurde. Diese Verschiedenheit der Ansichten fällt immer weniger auf, je mehr man Versuche über den Gegenstand an verschiedenen Thieren anstellt. Bei Kaninchen z. B. konnte ich, wie oben erwähnt, keine andere Bewegung als die respiratorische wahrnehmen, während bei Hunden meistens beide deutlich sind. Diese Bewegungen nun coincidiren mit den Athembewegungen und man kann sie daher auch *Athembewegungen* oder *respiratorische Bewegungen des Gehirns* nennen. Die folgenden Seiten seyen nun einer Analyse dieser Bewegungen gewidmet.

Drittes Capitel.

Von den Athembewegungen oder den respiratorischen Bewegungen des Gehirns.

Geschichtliches.

Galen hatte, wie oben erwähnt, die Behauptung aufgestellt, dass die Bewegungen des Hirns von der Respiration veranlasst und mit den Bewegungen dieser synchronisch seyen und wie in Allem, so folgten ihm auch hierin viele Anhänger. Es sollte sich das Gehirn hienach zugleich mit der Lunge und auf dieselbe Weise, nämlich durch Luft, ausdehnen. Diese Ansicht wurde später mit Recht verlassen, allein man verlor damit auch allen Zusammenhang zwischen dem Athemprocess und den Hirnbewegungen gänzlich aus dem Auge und bis zur Mitte des vorigen Jahrhunderts kannte man nur pulsirende Bewegungen des Gehirns. Fantoni hatte zwar eine Beziehung zwischen den Athem- und Gehirnbewegungen wahrgenommen [1], allein seine Beobachtungen blieben unbeachtet. Slevogt [2] hatte auch eine Erhebung der Dura mater bei der Exspiration beobachtet. J. Daniel Schlichting, ein Arzt in Amsterdam, war es aber, der eigentlich zuerst wieder auf einen Zusammenhang zwischen Athembewegungen und Bewegungen des Gehirns aufmerksam machte. Er stellte die auf Versuche und Beobachtungen gestüzte Behauptung auf, dass das ganze Gehirn bei

[1] Ep. ad Pacchion. S. 211: hi motionum cerebri varii gradus sunt prout mitius aut vehementius vibrant arteriae, prout etiam remissior est vel intensior respiratio. — [2] l. c.

jedem Ausathmen sich hebe oder anschwelle, beim Einathmen dagegen sich senke und zusammenfalle. In solcher Weise bestimmt ausgesprochen findet sich diese Ansicht nirgends vor ihm und es ist daher diese Entdeckung von grosser Wichtigkeit. SCHLICHTING's Beobachtungen sind erschienen im Jahr 1750 in den: Mémoires de mathém. et phys. prés. à l'acad. r. des sc. Savants étrangers Tome I, p. 113. Er zeigte, dass diese Bewegung weder von Contraction der dura mater noch von einer Pulsation der Sinus oder der Arterien herrühre, sondern eine Bewegung der ganzen Gehirnmasse selbst sey. Diese Bewegung finde fortwährend im Leben statt, was durch einen leeren Raum zwischen Schädel und Gehirn möglich gemacht sey. Die eigentliche Ursache dieser Bewegung erkannte aber SCHLICHTING noch nicht mit Bestimmtheit, er lässt es dahin gestellt, ob diese Bewegung eine eigenthümliche der Gehirnmasse, eine Art Systole und Diastole derselben sey, oder ob die Anschwellung dadurch entstehe, dass im Moment des Ausathmens Blut oder vielleicht Luft in grösserer Menge zum Gehirn ströme als während des Einathmens. Die Beobachtungen von SCHLICHTING veranlassten eine Anzahl von Untersuchungen über diesen Gegenstand, die zu wichtigen Resultaten führten. HALLER und WALSTORFF in Deutschland und LAMURE in Frankreich stellten ziemlich zu gleicher Zeit ihre Untersuchungen an; zwischen dem erstern und dem leztern entstand über die Priorität dieser Untersuchungen ein Streit, in dem das Recht offenbar auf HALLER's Seite ist. HALLER [1] stellte seine ersten Versuche im Jahr 1751,

[1] v. elem. phys. II, 331.

mann weitere im Jahr 1752 und 1753 an. Am Ende des Jahres 1751 und Anfang 1752 theilt er brieflich SAUVAGES und RÉAUMUR seine Resultate mit, dass diese Bewegungen vom Lauf des Venenbluts herrühren, das während der Exspiration gegen die Organe zurückfliesse. Im April 1752 theilte er seine Beobachtungen der soc. reg. in Göttingen mit, in deren Commentarien sie sich im T. II. finden. Eine Anzahl seiner Versuche machte HALLER mit WALSTORFF [1], einem seiner Schüler, der auf HALLER's Anrathen und unter dessen Leitung über diesen Gegenstand eine Abhandlung schrieb. HALLER's Untersuchungen finden sich in dem Mém. sur les parties irrit. et sens. Sect. IV., wiedergegeben in Opp. minor I. Seite 131 und in den Elem. physiolog. l. VI, l. VIII und l. X. LAMURE [2] machte seine ersten Versuche, und zwar blos drei, im Jahr 1751. Er sah das Gehirn bei der Exspiration anschwellen, bei der Inspiration sich senken. Er unterband die Carotiden, die Bewegung hörte auf; er unterband ein andermal die Venae jugulares, die Bewegung dauerte fort; diess Resultat verwirrte ihn; er machte erst im Jahr 1752 weitere Versuche, in denen er ähnliche Resultate erhielt wie HALLER und die ihm zeigten, dass Compression des Thorax, selbst beim todten Thiere, ganz dieselbe Wirkung hat, wie die Exspiration. (Von

---

[1] JOH. DIETR. WALSTORFF Diss. inaug. med. sistens experimenta circa motum cerebri, cerebelli, durae matris et venarum in vivis animalibus instituta. Göttingen 1753. 4.

[2] Mémoire sur la cause des mouvemens du cerveau, qui paroissent dans l'homme et dans les animaux trépanés. Mém. de l'acad. r. d. sc. (Mém. de mathem. et phys.) an 1749. Paris 1753. S. 541.

pulsirenden Bewegungen erwähnt LAMURE nichts.) LORRY [1] fügte den Beobachtungen von HALLER, WALSTORFF, LAMURE wenig Neues hinzu, erkannte aber in seinen Versuchen die beiderlei Bewegungen. PORTAL [2] hat im Jahr 1771 am Collège de France die Versuche von HALLER und LAMURE wiederholt und ähnliche Resultate erhalten. RAVINA [3] untersuchte zum Zweck der Erforschung dieser Bewegungen sehr verschiedene Thiere, nebst etwa 20 Katzen und mehreren Hunden auch noch Füchse, Otter, Marder, Esel, Pferde, Schafe, Kälber, Hasen, Kaninchen; er erkannte die doppelte Bewegung und dieselben Ursachen wie HALLER. Von TREVIRANUS [4], BURDACH [5], welche von diesen Bewegungen auch handeln, wurde, theoretische Erklärungen des leztern Forschers ausgenommen, nichts Neues mitgetheilt, eben so wenig von LUCAE [6]. Die neuesten diese Bewegungen betreffenden Untersuchungen sind die von FLOURENS in der oben citirten neuen Ausgabe seiner Untersuchungen über das Nervensystem. MAGENDIE hatte, obschon er nicht direkt diese Bewegungen zum Gegenstand seiner Versuche gemacht, doch bei seinen Untersuchungen über die Cerebrospinalflüssigkeit wichtige Beiträge zur Lehre von diesen Bewegungen geliefert. Trotz der vielen Untersuchungen konnte dieser Gegenstand doch nicht als

---

[1] Deux mémoires sur les mouvemens du cerveau et de la dure mère. Mém. de math. et de phys. prés. à l'acad. roy. des sciences. T. III. Paris 1760. S. 277.

[2] Cours d'anatomie médicale. Paris 1804. 4. T. IV. S. 65.

[3] Mém. de Turin 1811 et 12. Sect. phys. et mathem. Turin 1813. MECKEL's Archiv. III. 119.

[4] Biologie V. 253. — [5] l. c. III, 31.

[6] De cerebri in homine vasis et motu. Heidelb. 1812. 4.

ein abgeschlossener betrachtet werden, es fanden sich so viele widersprechende Data, es war noch so Manches zu erklären übrig, dass die Brüssler Academie ganz zeitgemäss handelte, wenn sie für das Jahr 1843 die Ermittlung der Ursache dieser respiratorischen Bewegungen als Preisfrage aufstellte. FLOURENS, wie er in der Sitzung der französischen Academie [1] sich äusserte, glaubt diese Frage ganz gelöst zu haben. Es thut uns leid, ihm hierin, wenn wir auch den Werth seiner Untersuchungen völlig anerkennen, nicht ganz beistimmen zu können, da er wichtige Punkte ganz ausser Acht gelassen hat. In Bezug auf diese Bewegungen lässt sich Folgendes feststellen:

1) Die sogenannten respiratorischen Bewegungen des Gehirns sind mit den Athembewegungen der Brust synchronisch; das Gehirn schwillt an, turgescirt, hebt sich im Moment des Ausathmens und fällt zusammen, vermindert sein Volumen, plattet sich ab im Moment des Einathmens. Das Gehirn schwillt offenbar im Moment der Exspiration an, wie ich aufs deutlichste gesehen. Wenn es im Moment der Inspiration tief unter dem Niveau der Schädelöffnung und ganz abgeplattet da liegt, und so dass ein grosser Raum zwischen Schädel und Gehirn übrig blieb, so fängt es bei eintretendem Ausathmen an, anzuschwellen, so, dass es den Schädel nun ganz ausfüllt; ja häufig wurde es in die am Schädel gemachte Oeffnung eingedrängt. Diese Bewegungen wurden beobachtet:

a) am blosgelegten Gehirn von Thieren und zwar ebenfalls nur *von Säugethieren.* So von SCHLICHTING [2],

---

[1] s. l'Institut. Nr. 440. 2. Juin 1842. — [2] l. c.

Haller [1], Walstorff [2], Lamure, Lorry, Portal, Ravina, Flourens. Ausser beim Menschen wurden sie bis jezt beobachtet an Hunden, Katzen, Kaninchen, Hasen, Maulwürfen, Mäusen, Füchsen, Fischottern, Mardern, Eseln, Pferden, Schafen, Kälbern, Ziegen.

Bei den *Vögeln* lässt sich, wie auch Schlichting, Haller, Walstorff, Ravina angaben, nichts von einer respiratorischen Bewegung des Gehirns wahrnehmen. Ich nahm *Tauben* die Schädeldecke ab; das Gehirn war und blieb unbeweglich, wenn ich auch auf jede mögliche Art die Respiration zu erschweren suchte. Lorry gibt an, er habe bei Vögeln gesehen, dass bei heftigen Anstrengungen derselben das Gehirn sich hervordrängte; nie sah er aber eine entgegengesezte Bewegung damit abwechseln; das Gehirn trat nicht wieder zurück.

Auch bei *Amphibien* gelang es mir nicht, eine Bewegung wahrzunehmen. Ravina [3] und Treviranus [4] überzeugten sich ebenfalls hievon bei Fröschen. Auch bei beschuppten Amphibien ist nichts dergleichen wahrzunehmen, wie ich an mehrern Nattern mich überzeugte.

Eben so wenig zeigt sie sich bei *Fischen*. Der Grund des Fehlens dieser Bewegungen bei Vögeln und Amphibien liegt wohl vorzugsweise in den bekannten Verschiedenheiten, die der Mechanismus des Athemprozesses in diesen Thierklassen erleidet.

Ich selbst habe an Säugethieren diese Bewegungen

---

[1] In s. vielen Versuchen, s. besonders *opp. min.* I, 31, wo auch die, zugleich mit Walstorff angestellten Versuche angegeben sind; dann *Elem. physiol.* l. VI, VIII, X.

[2] l. c. — [3] l. c. 131. — [4] Biologie V, 253.

n vielen Versuchen wahrgenommen, unter andern in dem oben beschriebenen ersten und zweiten Versuch, dann in folgendem:

Dritter Versuch (an einem Kaninchen). Ich trepanirte auf der Mitte des Schädels und entblöste dadurch das Gehirn in einer ziemlich grossen Ausdehnung. Kaum war das Knochenstück ausgehoben und die dura mater entblöst, so sah ich deutlich das Gehirn mit der dura mater sich abwechselnd heben, anschwellen, dann wieder sinken, zusammenfallen. Diese Bewegungen entsprachen genau denen der Respiration. Es hob sich oder schwoll vielmehr an bei jeder Exspiration und sank zusammen im Moment der Inspiration. Von einer pulsirenden Bewegung konnte ich keine Spur wahrnehmen. Druck auf die Luftröhre, Zuhalten der Nase machte die Bewegungen viel intensiver und Compression des Thorax veranlasste deutlich eine Hebung. Noch deutlicher war alles diess nach Abtragung der dura mater.

Vierter Versuch (an einem Kaninchen). Die Bewegungen fanden ganz in derselben Weise statt, wie im vorigen Versuch; von einer pulsirenden Bewegung war ebenfalls keine Spur zu sehen. Die Bewegung dauerte gleichmässig fort, nur bisweilen sezte sie einmal aus. Das Thier athmete 38 Mal in der Minute; die Zahl der Pulsschläge belief sich auf 115 bis 119. Druck auf die Luftröhre machte das Athmen schwerer und die Bewegungen viel deutlicher. Ich trug nun im ganzen Umfang der Schädelöffnung und über beiden Hemisphären die dura mater ab und sah nun die Bewegungen noch viel deutlicher. Druck auf den Thorax veranlasste immer deutlich eine

Anschwellung des Gehirns. Bei jeder Anschwellung des Gehirns trat blutig gefärbte Flüssigkeit allenthalben seitlich neben dem Gehirn empor und füllte die Trepanöffnung völlig aus, beim Einathmen verschwand sie gänzlich. Später geschah das Athmen unterbrochen, stossend und konnte nicht mehr deutlich beobachtet werden. Am Gehirn zeigten sich nun auch unregelmässige Bewegungen, oft ein plötzliches, schnelles Einsinken, dann verharrte es eine Zeitlang in diesem Zustand, dann stieg es wieder, dann wurden die Bewegungen wieder regelmässiger und so fort. Compression des Thorax veranlasste immer deutliche Anschwellung des Gehirns. Ich entblöste nun die Vena jugularis dextra (nämlich die externa, da von interna bei diesen Thieren kaum eine Spur existirt) und bemerkte in derselben (und besonders deutlich bei Anwendung eines geringen Drucks auf die Luftröhre), dass sie bei der Exspiration voll und blau wurde, sich dagegen abflachte, entleerte, blass wurde bei der Inspiration. Diese Anschwellungen und Entleerungen geschahen ganz genau zu derselben Zeit, wie die entsprechenden Bewegungen des Gehirns; im Moment der Anfüllung der Vena jugularis schwoll das Gehirn an und senkte sich beim Zusammenfallen derselben. Zugleich bemerkte ich aber in der Vena jugularis eine Art unregelmässiges Klopfen, das nur von Zeit zu Zeit eintrat, nach vollständiger Isolation des Gefässes von den umliegenden Theilen fortdauerte und offenbar von der Contraction des Vorhofs herrührte. Ich tödtete nun das Thier durch Oeffnen der rechten Carotis. Sogleich sank das Gehirn bedeutend zusammen und lag nun platt, fast concav, statt convex, ziemlich

tief unter dem Niveau der Schädelöffnung. Ich öffnete den Thorax, das Herz schlug noch und ich bemerkte, so oft der rechte Vorhof sich contrahirte, eine deutliche Erweiterung der absteigenden Hohlvene; in der aufsteigenden konnte ich nichts hievon wahrnehmen.

Fünfter Versuch (an einem Kaninchen). Das Thier, welches bei andern im Stalle gesessen hatte, wurde mir schon fast sterbend, ausgestreckt und schwer athmend, gebracht. Bald war die dura mater blosgelegt und bei jeder der Inspirationen, die sehr tief und oft mit einem pfeifenden Geräusche verbunden waren, sah ich ganz deutlich das Zusammenfallen, Abplatten des mit der dura mater bedeckten Gehirnes. Weniger merklich und nur allmälig geschah das Heben während der Exspiration. Ich fing nun an, am Ende einer jeden tiefen Inspiration den Thorax zu comprimiren; immer schwoll das Gehirn dabei so bedeutend an, dass es gewölbt durch die Schädelwunde hervorragte, um dann bei der Inspiration wieder einzusinken. Der Athemzüge waren 18 in der Minute, der Pulsschläge 52. Von pulsirender Bewegung keine Spur. Nachdem ich das Thier etwa 10 Minuten lang beobachtet hatte, starb dasselbe. Mit dem Athmen hörten die Bewegungen des Gehirns auf; das Gehirn blieb zusammengesunken. Auch bei Einblasen von Luft und Compression des Thorax konnte ich weder am Gehirn noch an der Vena jugularis, noch der Cava abdom. irgend eine Bewegung mehr wahrnehmen. Ich öffnete den Thorax, die Vorhöfe zogen sich noch auf Reize bisweilen zusammen; keine Bewegung an den Hohlvenen.

Sechster Versuch (an einem Kaninchen). Nach Ausbohrung des Knochenstücks und Trennung der dura mater sah ich die Bewegungen des Gehirns mit dem Athmen übereinstimmend, sie waren aber nicht sehr bedeutend. So wie ich aber auf die Luftröhre drückte, oder die Nase des Thieres etwas verschloss, wurden sie ausnehmend deutlich; bei jedem Ausathmen drängte sich das Gehirn in die Trepanöffnung ein und sank dann wieder beim Einathmen tief unter das Niveau derselben. Ich entblöste nun die Venae jugulares und konnte das Anschwellen und Abplatten beim Aus- und Einathmen an denselben beobachten. Ich öffnete dieselben, das Gehirn sank darauf ein, aber beim Zuhalten der Nase oder Druck auf den Thorax konnte ich dennoch eine, wenn auch schwächere Bewegung des Gehirns wahrnehmen. Bei zunehmender Schwäche des Thiers nahm sie ab. Ich tödtete das Thier durch Oeffnen der Carotiden, worauf das Gehirn schnell bedeutend einsank.

Siebenter Versuch (an einer jungen Ziege). Nach Ausbohrung des Knochenstücks, die wegen der bedeutenden Adhärenz der dura mater am Knochen nicht ohne Schwierigkeit geschah, betrachtete ich die dura mater genau. Sie fühlte sich prall gespannt an und hing namentlich an dem Rande des Knochens fest an, ich konnte aber an derselben keine Bewegung wahrnehmen, höchstens eine geringe Abnahme der Spannung bei der Inspiration. Ich schnitt nun die dura mater ein und schlug sie zurück, worauf etwas weniges Flüssigkeit ausfloss. Das Gehirn drängte sich anfänglich etwas durch die Oeffnung vor, trat aber bald wieder zurück und dann konnte ich

deutlich die Bewegung des Gehirns wahrnehmen, die sich als eine doppelte darstellte. Es pulsirte einmal das Gehirn isochronisch mit dem sehr frequenten Herzschlag und nebst dem zeigten sich die respiratorischen Bewegungen, die besonders bei Zuhalten der Nase, beim Schreien und dem darauf folgenden tiefen Einathmen sehr deutlich waren. Das Verhältniss der beiden Bewegungen war dieses: es hob sich das Gehirn bei der Exspiration fortwährend pulsirend und zwar so, dass etwa 4 bis 5 starke Pulsationen auf eine Hebung kamen und sank dann schnell, während des Zeitraums etwa zweier Pulsationen, ein und fiel zusammen. Druck auf die Carotiden verminderte offenbar die Pulsation. Ich wollte nun die Cerebrospinalflüssigkeit ablassen, um den Einfluss derselben zu ermitteln, allein eine heftige Bewegung des nicht genügend befestigten Thieres veranlasste die Verletzung der Arteria vertebralis (die bei der Ziege mit dem stärksten Zweige am Atlas in die Muskeln nach hinten tritt) und verhinderte die Fortsetzung der Operation, da das Blut Alles verdeckte. Nachdem die Blutung gestillt, liess ich die Flüssigkeit ab, allein das Thier war schon zu schwach geworden, um das nun folgende Aufhören der Bewegungen überhaupt mit Sicherheit in Rechnung bringen zu können.

Achter Versuch (an einem Kaninchen). Nach Blosslegung der dura mater zeigte sich die Erhebung derselben während des Ausathmens, ein Sinken während des Einathmens. Durch Druck auf die Trachea, Verschliessen der Nase etc. wurden die Bewegungen besonders deutlich; beim Einathmen sank das Gehirn mit der dura mater, beim Ausathmen

drängte es sich durch die Oeffnung hervor. Nach Abtragen der dura mater war die Bewegung des Gehirns in derselben Weise deutlich. Bei jedem Ausathmen und Heben des Hirns trat Flüssigkeit hervor (zum Theil blos zur Stillung des Blutes angewandtes Wasser) und floss selbst über den Rand der Knochenöffnung über, beim Einathmen verschwand sie völlig unter dem Schädel. Nachdem diese mit dem Schwamm etwas aufgesogen war, sah man während sehr tiefer Inspiration bei schrägem Einblicken in die Oeffnung, dass das Gehirn in diesem Moment sich allenthalben vom Knochen entfernte und die Schädelhöhle bei weitem nicht ausfüllte. Nachdem die Gehirnbewegungen schon etwas schwächer geworden waren, legte ich beide Venae jugulares bloss; im Anfang bemerkte ich keine Bewegung an denselben, dann sah ich einigemale das Plattwerden derselben beim Einathmen, das Anschwellen beim Ausathmen. Ich unterband nun beide Venen, allein das Thier war fast sterbend, so dass ich das Gesehene nicht deuten will. Siehe ferner die Versuche 9 bis 17.

b) Dieselben Bewegungen wurden auch am entblössten Gehirn des Menschen nach zufälligen Verwundungen oder der Trepanation wahrgenommen. Slevogt [1] sah bei einem Knaben, bei dem durch eine Verwundung die dura mater in einem ziemlichen Umfang blossgelegt wurde, dieselbe während mehrerer Tage bei jeder heftigen Exspiration, Husten, Schreien etc. vortreten. Schlichting [2] beschreibt einen im Jahr 1742

---

[1] Diss. de dura matre in Haller's disp. anat. select. Göttingen 1747. II. S. 831.

[2] l. c. S. 144.

beobachteten Fall, wo bei einem Knaben, dem durch eine Verwundung ein thalergrosses Stück des Scheitelbeins ausgebrochen war, sich das Gehirn mit seinen Häuten deutlich bei jeder Exspiration hob, bei jeder Inspiration senkte. — Dieselben Bewegungen konnten auch in einem zweiten Falle sowohl gesehen als gefühlt werden an der Narbe, die bei einem 40jährigen Mann nach einer durch einen Sturz vom Mastbaum eines Schiffes in Indien erlittenen Verwundung, wobei fast das ganze eine Scheitelbein herausgenommen werden musste, zurückgeblieben war. (Diesen Fall ahmte Schlichting durch ein Experiment bei einem Hunde mit gleichem Erfolge nach.) Ravina [1] beobachtete im Jahr 1810 diese Bewegungen in zwei Fällen, einmal bei einem zweimonatlichen Kind, dem durch ein Schwein Stirn- und Scheitelbein verlezt und zwar der Scheiteltheil völlig abgerissen worden war, so dass das Gehirn mit den Häuten auf eine ansehnliche Strecke völlig bloss lag. Ravina sah, dass sich das Gehirn deutlich durch die Schläge der Pulsadern hob, nebstdem aber auch beim Ausathmen, z. B. Schreien, anschwoll, beim Einathmen sank. Dasselbe sah er in demselben Jahre bei einem Manne, der von einem hohen Baum gefallen und dessen Schädel linkerseits neben dem Scheitel zerbrochen und eingedrückt war und bei dem am eilften Tage nach Wegnahme der eiternden Knochen das Gehirn in einer Ausdehnung von 2″ blossgelegt wurde. Das Gehirn bewegte sich deutlich mit dem Athmen synchronisch. Sobald der Kranke den Athem anhielt, ruhte es sogleich;

---

[1] Meckel's Archiv. III, 119.

athmete er schneller, so wurde auch seine Bewegung beschleunigt; bei langem und tiefem Einathmen sank das Gehirn tiefer, bei starkem Ausathmen hob es sich in demselben Verhältniss höher. KLEIN [1] sah bei langem Einathmen ein völliges Aufhören der Bewegung des Gehirns, indem der Puls zugleich äusserst schwach wurde. RUDOLPHI [2] sagt, ausser der durch die Arterien bedingten finde noch eine zweite Bewegung des Gehirns statt, die er jedoch blos einmal bei einem Hemicephalus, welcher 16 Stunden lebte, an dem kleinen Ueberreste des Gehirns beobachtet habe. Diese hänge von dem Anschwellen der Venen beim Ausathmen ab, und bei jener Missgeburt, wo das Athmen sehr selten und mühsam war, sah man, wenn es stattfand, sehr deutlich das Anschwellen der Querblutleiter. Es frage sich also, ob diese Bewegung stets oder nur dann stattfindet, wenn das Athemholen sehr mühsam geschieht. Nach einer mündlichen Mittheilung eines Collegen lag im Jahr 1839 im Hôtel Dieu zu Paris im Service von Roux ein Mann mit einer ungeheuern Kopfwunde, durch die das Gehirn in einer grossen Strecke ganz entblösst lag. Man erkannte hier deutlich seine beiderlei Bewegungen, die arteriellen so wie die respiratorischen.

c) Das kleine Gehirn bewegt sich ganz ebenso, wie das grosse. SCHLICHTING hat diese Bewegung am kleinen Gehirn zwar nicht direkt beobachtet, er spricht aber seine feste Ueberzeugung aus, dass die nämliche Bewegung, die er am grossen Gehirn wahrnahm, auch

---

[1] Chirurg. Bemerkungen. Stuttg. 1801.

[2] Physiologie II, 1. §. 257. Vergl. oben S. 12.

am kleinen stattfinde. WALSTORFF [1], HALLER [2] sahen die Bewegung des kleinen Gehirns bei einem Maulwurf und bei einem alten Hunde. RAVINA [3] hat ebenfalls die Bewegung des kleinen Hirns beobachtet bei Katzen, Kaninchen, Hunden. MAGENDIE ebenso (Phys. I, S. 141), LORRY dagegen sagt, die Bewegungen seyen nur im obern mittlern Theil der Hemisphäre des grossen Gehirns deutlich, nach hinten und vornen fehlen sie wie es scheine, am Corpus callosum habe er nichts davon wahrgenommen. Kleines Gehirn, Medulla oblongata und spinalis scheinen keinen Antheil an der Bewegung zu nehmen. Ich selbst sah diese Bewegungen des kleinen Gehirns z. B. im zehnten Versuch, besonders aber im sechszehnten.

d) Auch *an den Fontanellen neugeborner Kinder* hat man diese Bewegungen wahrgenommen. So SCHLICHTING und LORRY [4]. ABERCROMBIE [5] sah bei einem jungen Mädchen, dessen Athem sehr erschwert war, die Fontanelle während des Ausathmens erhöht und zusammenfallen während des Einathmens. Vergl. ferner HALLER [6], RAVINA [7]. Ich habe oben schon erwähnt, dass ich an den Fontanellen diese mit dem Athmen synchroniche und keine andre Bewegung wahrgenommen habe. Bei ganz ruhigem Athmen fühlt man meist keine oder nur eine schwache Bewegung; bei jedem starken Ausathmen aber, namentlich beim Schreien, Niesen, Husten, Drängen wird die Fontanelle prall

---

[1] l. c. S. 47. — [2] ibid. — [3] l. c.

[4] l. c. S. 311.

[5] *Krankheiten des Gehirns und Rückenmarks*, übers. von DE BLOIS, mit einem Anhang von NASSE. Bonn 1821. 8. S. 137.

[6] Elem. phys. IV, 171. — [7] l. s. c.

gespannt, fühlt sich kuglig gewölbt an, grösser; die Knochenränder scheinen erhoben. So wie die Inspiration erfolgt, was z. B. beim Schluchzen plötzlich geschieht, sinkt die Fontanelle in entsprechender Weise ein, wird schlaff, bildet eine Vertiefung und ist kleiner als im Moment der Exspiration.

e) An *Gehirnbrüchen* hat man dieselbe Bewegung wahrgenommen. Diess erwähnt SCHLICHTING [1], AUTENRIETH [2], HENKEL [3]. Sie sollen nach Lezterem beim Weinen grösser und gespannter werden. An den eigentlichen sogenannten *Hirnschwämmen* (franz. *Exubérances cérébrales*), wohl auch *Hirnbrüche* (obwohl unpassend, da diese offenbar nur den Vorfällen anderer Organe analog sind) genannt, bei denen VAN SWIETEN und LOUIS Bewegungen erwähnen, müssen dieselben, wenn wir den von FLOURENS wohl ganz richtig geschilderten Mechanismus der Entstehung derselben betrachten, jedenfalls nur sehr gering seyn können.

f) An *Hirnschwämmen* (fungi durae matris, nicht mit den vorigen zu verwechseln, welche blos in einer Vortreibung von Gehirnsubstanz bestehen) hat man ebenfalls respiratorische Bewegungen beobachtet, so die Gebrüder WENZEL [4], welche angeben, dass man an diesen Geschwülsten Bewegungen wahrnehme, die von den natürlichen Bewegungen des Gehirns herrührten, welches sich während des Ausathmens erhebe.

---

[1] l. c. — [2] Tübinger Blätter II, 273.

[3] Sammlung medic. und chirurg. Anmerkungen. Berlin 1747—63 (BURDACH III, 37).

[4] Ueber schwammige Auswüchse der äussern Hirnhaut. Mainz 1811. Fol. S. 69.

2) *Diese Bewegungen sind um so stärker je stärker das Athmen ist und entsprechen genau allen Abänderungen des Athmens.* Darin stimmen alle Beobachter überein [1]. Wenn man durch Druck an die Trachea, durch leichtes Zuhalten der Nase bei Thieren die Respiration etwas erschwert und dadurch das Thier zu kräftigeren angestrengteren Athembewegungen veranlasst [2], so sieht man in demselben Masse auch die Bewegungen des Gehirns kräftiger, deutlicher werden, und wenn sie vorher bei etwas schwachem Athmen ganz undeutlich waren, so kehren sie nun mit grosser Kraft wieder und werden sehr deutlich. Ich habe diess in allen meinen Versuchen aufs deutlichste wahrgenommen, so wie es auch Haller, Lamure, Lorry, Flourens gesehen hatten. Schreien, Niesen, Husten, Erbrechen, kurz alle heftigen Exspirationsbewegungen veranlassen eine starke Hebung des Gehirns, wie schon Schlichting beobachtete. Die Hebung, wenn das Thier schrie, beobachteten: Walstorff [3] in mehreren Versuchen, Haller [4] Lamure [5], Lorry [6]. Ravina [7] sah bei einem jungen Esel, den er trepanirt hatte, das Gehirn sich heben, so oft derselbe schreiend ausathmete. Auch ich habe diess beobachtet, z. B. im 7. Versuch sehr deutlich. An den Fontanellen der Kinder nimmt man, wie oben schon erwähnt wurde, während des Schreiens, Niessens, Drängens, Hustens immer eine

---

[1] Haller elem. phys. L. c.: „Motus eo major et evidentior est quo fortior respiratio.“

[2] Diess kann auch durch Eröffnung der einen Brusthöhle auf eine sehr augenscheinliche Weise erreicht werden.

[3] l. c. s. z. B. Exp. 9. S. 41. — [4] l. c. — [5] l. c. Exp. 5. — [6] l. c. S. 303. — [7] l. c. S. 127.

Anschwellung und Anspannung wahr; es wird die Fontanelle ganz prall gespannt und sehr resistent, bei der darauf folgenden Inspiration sinkt sie plötzlich ein und bildet eine Vertiefnng. Ganz auf dieselbe Art wirkt das *Niessen* oder die Anstrengung dazu, wie Lorry [1] sah. Abercrombie [2] erwähnt eines Falls von einem Knaben, welcher eine Wette einging, er wolle hundertmal nacheinander niessen. Er that diess indem er die Nase mit einer Feder kizelte, bekam aber darauf den heftigsten Kopfschmerz und Verdunkelung des Gesichts, die wohl ihren Grund in der Ausdehnung des Gehirns hatten. Richerand [3] sah eine Bewegung des Gehirns durch das Husten, hielt es aber blos für eine Erschütterung, da er nur die pulsirenden Bewegungen annimmt. Dass aber ein heftiger Husten eine bedeutende Ausdehnung veranlasse, davon gibt folgender Fall von Jamieson einen Beweis ab [4]. Ein 13jähriges Mädchen hatte in Folge einer ausgedehnten Fractur einen Theil des Schädels verloren; die Wunde heilte gut und die Integumente waren vollkommen vernarbt. Nach 7 Monaten bekam sie einen Keuchhusten, der so heftig war, dass in einem Anfalle desselben die obige Narbe aufbrach und ein beträchtlicher Theil des Gehirns durch diese Oeffnung heraus drang. Nach 5 Tagen starb sie. In gleicher Weise wie Niessen und Husten wirkt auch das *Erbrechen*; Ravina [5] gab einem Hunde, bevor er ihn trepanirte, einige Gran Brechweinstein und sah nachher

[1] l. c. S. 302. — [2] l. c. S. 138. — [3] s. den oben (S. 14) beschriebenen Fall.

[4] Abercrombie l. c. S. 137, 138.

[5] l. c. S. 128.

bei jedem Würgen das Gehirn hervortreten. (C. Caldani[1] will sogar durch heftiges Erbrechen die Kopfknochen auseinander weichen gesehen haben). Leny[2] sah Austreten von Gehirn aus einer Schädelwunde beim Erbrechen. Dass im Momente des Ausathmens das Gehirn sich ausdehnt, dafür scheinen a) auch die Erfahrungen der Chirurgen einen Beweis zu liefern. Es ist bekannt, dass schon die ältesten Chirurgen, um Eiter, Blut aus Schädelwunden zu entfernen, die Kranken husten oder überhaupt stark ausathmen liessen. b) Ist es bekannt, dass alle heftigen Exspirationsbewegungen, wie Husten, Niessen, Erbrechen, Schreien, starkes Blasen, Drängen etc., Kopfschmerz, Betäubung und Gesichtsverdunkelung erzeugen, die wohl ohne Zweifel in Gehirndruck begründet sind[3]. — Gerade wie diese heftigen Exspirationsbewegungen scheinen auch andere *heftige körperliche Anstrengungen* zu wirken; so sieht man bei Versuchen an Thieren, dass die Anstrengungen, die dieselben machen, um loszukommen,

---

[1] Ravina l. c. S. 128.

[2] Repert. chir. u. med. Abhandl. etc. s. Burdach. l. c. III. 38.

[3] Wenn schon im Allgem. auf subjective Gefühle wenig zu geben ist, so sind doch die Beobachtungen Denhoffer's (des ehemaligen Leibarztes des Erzherzogs Anton), die er während eines langen, durch Hirnerweichung bedingten Leidens an sich selbst machte, nicht ganz ohne Interesse. Er gibt an, er habe beim Athmen das Gefühl einer unter dem Schädel bewegten Flüssigkeit gehabt; er glaubte, deutlich eine Systole und Diastole des Gehirns zu fühlen. Bei angehaltenem Athem trat Ohrensausen, Augenschmerz, Klopfen im Kopf, Betäubung ein, das Gehirn schien sich ihm fest an den Schädel anzudrücken, als wäre er zu eng. Alles diess verschwand beim Einathmen. *Salzb. med. chir. Zeitung.* 1815. II. 113.

gewöhnlich von sehr deutlichen Erhebungen des Gehirns begleitet sind. LORRY sah in seinen Versuchen an Katzen bei allen heftigen Anstrengungen, die die Thiere machten, das Gehirn aus der Wunde treten und zurückgehen, wenn dieselben ruhiger wurden, ebenso LAMURE[1] und Andere. Damit die Exspirationsbewegungen die erwähnte Wirkung hervorbringen, ist nicht einmal nöthig, dass die Glottis geschlossen sey, wie diess namentlich aus einem Versuche von MAGENDIE[2] erhellt (gegen die Ansicht von LAMURE und LORRY). Dass auf dieselbe Weise *tiefe Inspirationen* auch von einem *bedeutenden Einsinken,* Abplatten, Zusammenfallen des Gehirns begleitet seyn werden, ist kaum mehr nöthig zu erwähnen. Bei den tiefen, ziehenden Inspirationen nach heftigem Schreien oder nach Zuhalten der Nase, Druck auf die Trachea bemerkt man diess besonders deutlich. Beim *Schluchzen*, wo das Einathmen sehr schnell geschieht, sinkt das Gehirn in demselben Verhältniss schnell herab (siehe RAVINA Seite 129). Bei sehr schwachen, ruhigen Athembewegungen sind die Bewegungen des Gehirns auch schwach, ja sie sind bisweilen gar nicht wahrzunehmen und treten erst ein, wenn die Respiration erschwert wird. Diess haben alle Beobachter übereinstimmend gesehen und ein jeder Versuch genügt, um sich hievon zu überzeugen. Sind die Respirationsbewegungen ruhiger, so besteht die Bewegung des Gehirns in einem leichten Auf- und Niederwogen, in einem Wechsel von leichten

---

[1] l. c. z. B. Exp. 5. — [2] Journ. de physiologie experimentale. T. I. S. 140.

Anschwellen und Einsinken, ist dagegen das Athmen heftiger, so wird bei der Exspiration das Gehirn gewölbt, prall, in die Trepanöffnung eingedrängt und sinkt dann bei der Inspiration abgeplattet tief unter das Niveau der Schädelöffnung zurück [1]. Ueber den Grad der Stärke dieser Bewegungen hat namentlich RAVINA genauere Beobachtungen angestellt.

HALLER [2] und Andere glaubten, dass das Gehirn während des Lebens den Schädel vollkommen ausfülle, sich daher bei geschlossenem Schädel nicht bewegen könne; erst wenn die Continuität dieses verletzt sey, bewege es sich und dehne sich hiebei über seinen gewöhnlichen Umfang aus. RAVINA [3] dagegen glaubt, dass im Gegentheil das Gehirn während des Einathmens den Schädel lange nicht ausfülle, und diesen Umfang nur während des Ausathmens erreiche. Dass während des Einathmens das Volumen des Gehirns sich verkleinert und dieses die Schädelhöhle nicht ganz ausfüllt, habe ich deutlich bemerkt und ebenso dass es beim Ausathmen den Raum derselben

---

[1] Beim Eintritt einer Ohnmacht beobachtete SCHLICHTING. dass die Bewegung ganz aufhörte. Wie diese Bewegungen während des Schlafes sich verhalten, davon haben wir keine Kenntniss. WEIDMANN (WENZEL l. c. S. 69) gibt an, dass bei einem Kranken, der einen grossen Theil der Hirnschale durch Verwundung verloren hatte, das Gehirn während des Schlafs bedeutend gesenkt war, während des Wachens die fehlende Stelle der Hirnschale ausfüllte. Dagegen hat mir Hr. Dr. MAYER mitgetheilt, dass in dem oben (S. 12) erwähnten Krankheitsfall das Gehirn des Kranken sich allmählich gegen 1'' tief unter den Rand der Wundöffnung senkte, während es des Morgens beim Erwachen gleiche Höhe mit demselben hatte.

[2] Opp. min. I. S. 144. — [3] L. c. S. 124.

vollkommener erfüllt [1]. Siehe oben alle Versuche. Ravina [2] konnte bei einem grossen Hunde, den er

---

[1] Wie unten gezeigt werden soll, geschieht diess ganz vollkommen nur, wenn die Cerebrospinalflüssigkeit von der Oberfläche des Gehirns entfernt ist, oder bei sehr kräftigen Exspirationsbewegungen.

[2] Ravina stellte noch folgenden Versuch an: In ein durch den Trepan weggenommenes Knochenstück wurde eine runde Öffnung gebohrt, in diese eine oben trichterförmig auslaufende Glasröhre gebracht, die harte Hirnhaut an der Trepanöffnung sehr sorgfältig getrennt, damit die übrige nicht abgelöst wurde, dann das Knochenstück wieder an seine Stelle gebracht und genau befestigt und der Mund zugebunden. Am Ende der Ausathmung nun, wo das Gehirn genau das Schädelloch berührte, wurde die Nase verstopft, der Cylinder mit Wasser angefüllt. Hierauf gestattete Ravina dem Thier ein freies Einathmen, worauf sogleich alles Wasser aus der Röhre verschwand und sich auf dem Gehirn verbreitete. Beim Ausathmen trat es wieder mit Blut vermischt in die Röhre, verschwand beim Einathmen abermals aus ihr. Um den Grad der Hirnbewegung genauer zu bestimmen, experimentirte Ravina auf folgende Weise: Er fügte in eine Trepanöffnung einen hohlen, genau passenden hölzernen Cylinder, in die Öffnung desselben wurden zwei eiserne Drähte so angebracht, dass zwischen beiden ein 1''' dickes Stäbchen aus Hollundermark, welches die Drähte etwas überragte, hin und her bewegt werden konnte, an welches ein genau in Linien abgetheiltes Papier geklebt war. Das Hollunderstäbchen stand auf einem senkrechten Korkplättchen, welches die Oberfläche des Gehirns berührte. Nun wurde Nase und Mund des Hundes genau verschlossen und nach Vollendung des Ausathmens in dem Augenblick, wo das Gehirn die Wände des Schädels erreichte, die Linie bemerkt, welche die Drähte erreichten, hierauf dem Thier freies Einathmen gestattet. Immer sank beim gewöhnlichen Einathmen das Hollunderstäbchen um mehr als 1''', bei tiefern und stärkern Einathmungen bisweilen auf 3''' herab, und immer stand der Grad des Sinkens des Gehirns mit der Tiefe der Einathmung in geradem Verhältniss.

trepanirt hatte, bei jeder Einathmung leicht eine Schreibfeder zwischen die obere Fläche des Gehirns und die Schädelhöhle einbringen. Es wird diess durch folgende Beobachtungen und Versuche noch deutlicher: RAVINA legte am Schädel eines Jagdhundes eine ziemlich kleine Trepanöffnung an, darauf verletzte er die dura mater und stach zugleich den Sichelblutleiter an; beim Ausathmen trat das Blut durch die Oeffnung der dura mater hervor, beim Einathmen trat es völlig unter dieselbe zurück. — Eine ähnliche Bewegung ergossener Flüssigkeit habe ich in vielen Versuchen beobachtet, vergleiche u. a. Versuch 1, 4, 8, 11, 17. Es ist also hienach wohl ausser Zweifel, dass das Gehirn während der Einathmung an Volumen abnimmt. Welcher bedeutenden Volumensveränderung das Gehirn überhaupt fähig ist, wie sehr es namentlich durch Blutverlust und Ablassen der eigenthümlichen Flüssigkeit, in der es und welche in ihm enthalten ist, sich verkleinert, habe ich in vielen Versuchen wahrgenommen und an den betreffenden Stellen es bemerkt. Wenn ich Thiere durch Oeffnen der Carotiden verbluten liess, so sank das Gehirn auf ein so kleines Volumen zusammen, dass es bei weitem die Schädelhöhle nicht ausfüllte, (vergleiche Versuch 8, 2, 1, 4). Bei Thieren, denen ich die Cerebrospinalflüssigkeit abliess, war ein ähnliches Zusammensinken zu bemerken, vergleiche z. B. die Versuche 10 bis 18. Dass die Bewegungen des Gehirns auch allen Abänderungen des Athmens entsprechen, erhellt z. B. aus mehreren Versuchen, die RAVINA anstellte und die ich wiederholte und bestätigt fand. Verschliesst man einem trepanirten

Thiere gegen das Ende einer sehr langen Einathmung, wenn das Gehirn am tiefsten zusammengesunken ist, die Nase, so beharrt es einige Minuten in diesem Zustand und erhebt sich nur langsam, wenn endlich, bei dem langen Einathmen der Blutlauf in den Lungen zu stocken anfängt; wird dagegen die Nase gegen das Ende der Ausathmung verschlossen, so beharrt das Gehirn auf dem höchsten Grad der Ausdehnung, bis eine Einathmung möglich gemacht wird; bei schnellem Einathmen, wie Schluchzen, sinkt das Gehirn schnell, wird der Eintritt der Luft in die Lungen nur langsam gestattet, so sinkt es langsam. Diese Uebereinstimmung hebt auch der neueste Schriftsteller über diesen Gegenstand, Flourens [1], besonders hervor.

3) *Die Bewegungen des Gehirns werden auch natürlich der dura mater mitgetheilt* und sind daher auch zu erkennen, wenn das Gehirn noch von derselben bedeckt ist; bisweilen aber beobachtet man nach Abnahme des Knochenstücks, das man ausgebohrt hat, *keine* Bewegung an der blossgelegten dura mater, es ist diess, wenn man nicht etwas grosse Partien des Schädeldachs abnimmt, gar kein ungewöhnlicher Fall. Haller [2] sagt: „toto eo tempore, quo dura mater cranio adhaeret ne minimus quidem in ea meninge motus apparet neque in cerebro, excepto arteriarum pulsu;“ ebenso Walstorff [3]. Immer musste Haller erst die dura mater von den Knochenrändern

---

[1] l. c. S. 316. „On peut ralentir, accelerer, affaiblir accroitre le mouvement du cerveau selon qu'on ralentit ou qu'on accelère, selon qu'on accroit ou qu'on affaiblit les mouvemens de la respiration.“

[2] Opp. min. I. S. 136. 144. — [3] l. c. S. 49.

etwas ablösen, ehe sich eine respiratorische Bewegung zeigte [1]. Der Grund hievon ist offenbar die Adhäsion der dura mater am Knochen, wegen der sie als eine straff gespannte Membran durch die Trepanöffnung verläuft und zwar um so mehr, je kleiner diese Oeffnung ist. Löst man diese Adhäsionen in einem grössern oder geringern Umfang oder nimmt man eine grössere Partie des Schädeldachs ab, so werden sich, wenn irgend eine gehörige Respiration besteht, die Bewegungen des Gehirns, die sich dann der dura mater mittheilen können, zeigen. Bei Kaninchen und andern kleinen Thieren, wo die Trepanöffnung verhältnissmässig grösser und die dura mater dünner ist, habe ich immer sogleich an der blossgelegten dura mater die Bewegungen wahrgenommen. Ist diess aber auch nicht der Fall, so kann man die Bewegungen sichtbar machen, entweder durch Vergrösserung der Oeffnung oder durch Ablösung der dura mater oder einfach durch Einschneiden und Abtragen derselben. — Allein es gibt Fälle, wo man, selbst wenn das Gehirn blossgelegt ist, doch nicht, wenigstens nicht sogleich, im Stande ist, eine Bewegung wahrzunehmen. HALLER [2] sagt schon: „Non ideo oportet hoc

---

[1] Vergl. die Versuche bei HALLER und WALSTORFF. HALLER glaubte desshalb und weil er annahm, dass das Gehirn den Schädel völlig ausfülle, diese Bewegungen fänden im unverlezten Schädel niemals statt und träten erst dann ein, wenn der Schädel geöffnet und die dura mater von demselben losgelöst sey, eine Ansicht, auf die wir unten zurückkommen werden (l. c. S. 144.). HALLER zog also daraus, dass sich die fast adhärirende dura mater nicht bewegt, den Schluss, dass sich das Gehirn auch nicht bewege.

[2] Opp. min. I, 136.

phaenomenon in dubium revocare quia non semper succedit.“ Jeder, der dergleichen Versuche gemacht, wird Momente beobachtet haben, längere oder kürzere, wo das Gehirn sich gar nicht zu bewegen schien. Es können hieran verschiedene Umstände Schuld seyn, die alle wohl in Rechnung gebracht werden müssen, wenn man über dieses Phänomen ein begründetes Urtheil fällen will.

a) Einmal kann eine sehr *grosse Schwäche* des Thieres, wobei das Athmen nur sehr unvollkommen vor sich geht, die Ursache seyn. Haller l. c. Experim. 238, 246.

b) *Bedeutender Blutverlust.* Es wirkt dieser sowohl mittelbar durch Schwächung des Athmens, als unmittelbar, weil dadurch ein die Bewegung erzeugendes Agens in seiner Wirkung geschwächt wird. Durch bedeutenden Blutverlust werden die Bewegungen schwächer und das Gehirn sinkt ein.

c) Auf ähnliche Weise scheint auch manchmal der entgegengesezte Zustand, nämlich *Blutüberfüllung,* zu wirken. Lamure [1] bemerkt schon, dass die Venen des Gehirns bisweilen so mit Blut überfüllt seyn können, dass die gewöhnlichen Bewegungen der Respiration dort keine Anschwellung mehr veranlassen können. Bisweilen drängt sich das Gehirn in die Trepanöffnung ein (bildet einen sogenannten Gehirnschwamm — exubérance cérébrale — wie diess häufig nach Verwundungen geschieht), weil es hier keinen Widerstand findet, wenn es ausgedehnt ist, und dann kann die Bewegung für eine Zeitlang fehlen (vergl.

---

[1] l. c. Zusatz zum eilften Experiment.

siebenten Versuch). FLOURENS sah (s. unten Nr. 6), dass das Gehirn durch Unterbindung der Venae jugulares anschwoll und die Bewegungen etwas undeutlicher wurden. Dasselbe sah ich (s. neunten Versuch).

4) *Wenn man bei einem lebenden Thiere den Thorax comprimirt, so erhält man dadurch in Bezug auf die Bewegung des Gehirns ganz dieselbe Wirkung, wie sie durch eine Exspiration erzeugt wird,* nämlich es entsteht dadurch eine *Anschwellung,* Hebung des Gehirns. Dieses hat WALSTORFF [1] gesehen, mit ihm HALLER [2], ebenso LAMURE [3], FLOURENS [4], RAVINA [5]. Ich habe ebenfalls in allen Versuchen, wo ich die Compression des Thorax anwendete, gesehen, dass sich dadurch das Gehirn sehr kräftig hob.

Allein nicht nur bei lebenden, sondern auch bei *todten Thieren* und menschlichen *Leichen* kann man durch Compression des Thorax eine Hebung des Gehirns veranlassen. Hierauf hat namentlich LAMURE [6] aufmerksam gemacht. FLOURENS hat es gesehen, so wie auch *ich.* Bisweilen hat es den Anschein, als schwelle das Gehirn während des Einathmens an, es ist diess aber Täuschung und geschieht immer nur bei einem gleichzeitig auf den Thorax angewandten Druck. So kann man sogar nach dem Tode, wenn man einem Thiere Luft einbläst und dabei auf den Thorax einen Druck ausübt, das Gehirn anschwellen machen, und es hat dann oft ganz den Anschein, als hebe sich das Gehirn durch das Lufteinblasen. Bei einem alten, starken Hunde, der durch einen Schlag

---

[1] l. c. S. 39. Exp. 3. — [2] Opp. min. I, 133. Exp. 241.
[3] l. c. S. 544. — [4] l. c. S. 360. — [5] l. c. S. 127.
[6] l. c. S. 544.

auf den Kopf getödtet war, sah ich diess deutlich. Ich drückte auf den Thorax, immer hob sich dabei das Gehirn. Darauf blies ich Luft in die Lungen ein; wurde nun, während diess geschah, der Thorax gelinde comprimirt, so hob sich das Gehirn während des Einblasens und schien dadurch anzuschwellen; liess ich mit Druck und Einblasen nach, so senkte es sich. An der Vena jugularis, die ich blossgelegt hatte, sah ich hiebei keine Veränderung. Schon LAMURE [1] hatte diess beobachtet. Er wurde dadurch anfänglich irre geführt und konnte sich lange nicht von der Idee losmachen, dass doch vielleicht es die Luft sey, welche die Hebung unmittelbar veranlasse, indem sie auf irgend einem Wege zum Gehirn gelange; allein er sah dann später, dass ganz dieselbe Bewegung am Gehirn auch ohne Einblasen von Luft durch blosse Compression des Thorax hervorgebracht werde und kam so auf den rechten Weg.

Anmerk. Nach RAVINA hat auch die Lage des Körpers Einfluss auf diese Bewegungen. So konnte er dieselben bei an den Hinterfüssen aufgehängten Thieren beinahe gar nicht bemerken, dagegen waren sie bei nach vorne geneigtem oder auf die Seite gewandten Kopf vorhanden, bei weitem am stärksten aber in der natürlichen Stellung. Der Grund hievon wird sich später ergeben, und liegt vorzüglich in dem Verhalten der Cerebrospinalflüssigkeit.

5) *Unterbindung der beiden Caroliden hebt die Bewegungen nicht auf.* LAMURE [2] hatte bei seinen ersten Versuchen einmal beobachtet, dass nach Unterbindung der Carotiden bei einem Hunde die Athembewegungen des Gehirns, die schwach waren, aufhörten

---

[1] l. c. 541, 546. — [2] l. c. 543.

und nach Wegnahme der Ligatur wieder eintraten, und er gerieth dadurch für einen Augenblick in Zweifel über die Richtigkeit der SCHLICHTING'schen Angaben. Später aber wiederholte er diesen Versuch (S. 545 u. ff. Exp. 6—7); er unterband beide Carotiden und schnitt sie zwischen der Ligatur durch, die Bewegungen dauerten in gleicher Weise fort; er schloss aus diesen und andern Versuchen, dass im ersten Versuch nicht die Unterbindung der Carotiden, sondern das schwache Athmen Schuld an dem Aufhören der Bewegungen gewesen war. FLOURENS [1] unterband bei einem Kaninchen die beiden Carotides communes und die eine Vertebralis. Nach dieser Operation sank das Gehirn immer mehr ein (ces ligatures opérées on voyait le cerveau se déprimer et s'affaisser de plus en plus). Was aber die Bewegungen des Gehirns betrifft, so gibt er an, dass sie nicht nur wie vorher bestanden, sondern sogar *viel deutlicher* waren und diess ganz ausnehmend, sobald man die Respiration etwas erschwerte und dadurch tiefere Inspirationen veranlasste, und zusehends wurden die Bewegungen ferner immer deutlicher, sogar dann ohne Erschwerung der Respiration. FLOURENS hat diese Versuche mehrmals mit gleichem Erfolge wiederholt. Unterband FLOURENS zugleich auch noch die andere Arteria vertebralis, so starb das Thier sogleich. Ich habe (Versuch 9 und 14) an Kaninchen *beide Carotiden* unterbunden und durchaus keine Abnahme der Bewegung bemerkt. Ebenso wenig aber könnte ich behaupten, dass die Bewegung zugenommen

[1] l. c. S. 351.

habe. Ich habe (s. d. zehnten Versuch) an einem Hunde *beide Carotiden* und *Vertebralarterien* unterbunden, ohne dass dadurch die Bewegung aufgehoben wurde.

6) Unterbindung der beiden Venae jugulares hebt die Bewegung nicht auf, schwächt sie aber. Es ist hier vorauszuschicken, dass sowohl bei Hunden als bei Kaninchen die Vena jugularis externa die Hauptvene ist, welche das Blut vom Kopf zurückführt, während von der V. jug. interna eigentlich nur ein Rudiment vorhanden ist, so dass man also bei diesen Thieren den Zweck der grösstmöglichen Abschneidung der directen Blutbahn vom Gehirn zum Herzen durch Unterbindung der beiden Venae jugulares externae wohl ziemlich sicher erreicht. LAMURE [1] sah nicht, dass durch Unterbindung der Venae jugulares die Bewegung aufgehoben wurde (vergl. Versuch 3, 4, 5, 7, 10, 12). FLOURENS gibt hierüber Folgendes an: Er unterband an einem Kaninchen die beiden Venae jugulares communes. Bald darauf erschien das Gehirn sehr angeschwollen. Im Anfang zeigte sich noch Bewegung, besonders bei Erschwerung der Respiration. Nachher aber schwoll das Gehirn immer mehr an und es war fast keine Bewegung mehr wahrzunehmen. FLOURENS [2] will diesen Versuch öfters und immer mit gleichem Erfolge wiederholt haben. Diese

[1] l. c. S. 543—545. 547—551. LAMURE erklärt diess dadurch, dass durch diese Unterbindung nicht blos die Menge des zum Gehirn zurückfliessenden Blutes, sondern auch die des vom Gehirn zum Herzen fliessenden Blutes vermindert werde. Das Blut häuft sich im Gehirn an und der Rückfluss durch die Vertebralarterien genüge dann schon zur Hebung.

[2] l. c. 349.

Unterbindung schwächt nach ihm die Bewegung dadurch, dass sie das Abschwellen, Zusammenfallen des Gehirns verringert, wodurch also natürlich die ganze Bewegung geschwächt werden muss. Im *fünften Versuch* habe ich die *Venae jugulares externae* unterbunden, allein das Thier war schon sehr schwach und ebenso die Bewegungen des Gehirns, so dass ich eine scheinbare Abnahme der Bewegung nicht davon herleiten kann. Ferner stellte ich folgenden

Neunten Versuch (an einem Kaninchen) an. Ich legte beide Venae jugulares externae bloss und beobachtete an denselben eine, wenn auch nicht sehr deutliche, Correspondenz mit den Bewegungen der Brust. Dann legte ich die Carotiden bloss und schritt nun zur Trepanation. Nachdem die dura mater entblösst, sah ich die Athembewegungen des Gehirns und besonders deutlich, wenn das Athmen etwas erschwert wurde. Ich unterband nun beide Carotiden, die Bewegung blieb ganz dieselbe. Nun unterband ich die beiden Venae jugulares communes, das Gehirn schwoll an, die Bewegung wurde dadurch undeutlicher. Ich tödtete nun das Thier durch Eröffnung beider Brusthöhlen; das Gehirn schwoll noch mehr an, drängte sich fast zur Schädelöffnung hervor; die Bewegung war fast ganz erloschen.

7) Durchschneidung grösserer Blutgefässe, sowohl arterieller als venöser, schwächt die Bewegungen des Gehirns und zwar die respiratorischen wie die arteriellen, hebt sie bei grösserem Blutverluste ganz auf und veranlasst ein plötzliches, bedeutendes und bleibendes Zusammensinken des Gehirns. Lamure [1] unterband

[1] l. c. 547. Exp. 7. 8.

bei einem Hunde die beiden Carotiden und schnitt sie zwischen den Ligaturen durch, darauf die Venae jugulares. Nun trennte er alle Theile, die vor der Wirbelsäule gelegen sind, mit Ausnahme der Venae jugulares; die Bewegung dauerte fort. Nach Durchschneidung der Arteriae und Venae vertebrales und Venae jugulares war alle Bewegung geschwunden und durch Druck auf den Thorax nicht mehr hervorzubringen. Im zehnten Versuch durchschnitt er die Venae jugulares und führte das Messer zwischen die Querfortsätze der Wirbel, um die Venae vertebrales zu trennen, die Bewegung dauerte in gleicher Weise fort; er öffnete nun die Vena cava superior, jezt zeigte sich keine Hebung mehr, selbst nicht bei starker Compression des Thorax. Im zwölften Experiment blieben die Bewegungen nach Unterbindung der Venae jugulares, verminderten sich aber bedeutend nach Durchschneidung derselben. Im dreizehnten Versuch sank im Moment der Durchschneidung der Vena cava inferior das Gehirn zusammen und hob sich dann nicht mehr in dem Grad wie vorher. FLOURENS hat öfters an Kaninchen die Venae jugulares und vertebrales durchschnitten, immer wurde die Bewegung des Gehirns dadurch schwächer, hörte aber nie völlig auf, eben so wenig nach Eröffnung der obern Sinus des grossen und kleinen Gehirns (deren Verletzung übrigens, wie FLOURENS, dessen Angaben ich hierin bestätigen kann, behauptet, nicht immer von so sehr bedeutender Hämorrhagie begleitet ist). Ich habe im *vierten Versuch* nach Eröffnung der rechten Carotis sogleich Aufhören der Bewegung und Zusammenfallen des Gehirns beobachtet. Im *sechsten*

Versuch öffnete ich beide Venae jugulares; das Gehirn sank zwar etwas ein, aber bei Erschwerung der Respiration durch Zuhalten der Nase konnte ich dennoch ein Anschwellen des Gehirns wahrnehmen. Im *ersten Versuch* sah ich auf Eröffnung der Carotis ebenfalls ein bedeutendes Einsinken des Gehirns folgen. Im *zweiten Versuch* stach ich die Vena jugularis communis an, das Gehirn sank immer mehr ein, obgleich es sich beim Ausathmen noch um etwas weniges hob, die Bewegung wurde immer schwächer, verschwand endlich und nun war das Gehirn ganz eingesunken tief unter dem Niveau der Schädelöffnung, so dass ein grosser leerer Raum zwischen Schädel und Gehirn vorhanden war. Diess sah ich auch noch in mehrern andern Versuchen.

8) Die Cerebrospinalflüssigkeit übt auf diese Bewegungen einen wichtigen bedingenden Einfluss aus, wie unten näher auseinander gesezt werden soll.

Ursachen der Athembewegungen des Gehirns.

Es wurde schon im Eingang dieser Abhandlung der alten Ansicht von Galen und dessen Nachfolgern über die Bewegungen des Gehirns Erwähnung gethan. Er brachte, wie dort auseinandergesezt, diese sogenannten Athembewegungen des Gehirns auch mit dem Athemprocess in Beziehung und hielt die beim Einathmen in das Gehirn einströmende Luft für die Ursache derselben. Diese Ansicht ist zwar längst verlassen; man hatte erkannt, dass das Gehirn nicht beim Einathmen, sondern beim Ausathmen sich hebt, allein es war eigentlich doch erst Haller, der mit

absoluter Bestimmtheit aussprach, dass das Blut diese Bewegungen hervorbringe und zwar dadurch, dass es in den verschiedenen Momenten der Respiration sich mit verschiedener Leichtigkeit gegen das Herz bewege. SCHLICHTING hatte sich nicht getraut, einen Ausspruch über die Ursache dieser Bewegungen zu thun, er liess dahingestellt, ob dieselben einer abwechselnden Constriction und Erschlaffung des Gehirns zuzuschreiben seyen, oder ob es dadurch bewegt werde, dass bei der Exspiration Luft oder Blut in grösserer Menge in dasselbe dringe und bei der Inspiration wieder zurücktrete [1]. Auch LAMURE war bei seinen ersten Versuchen zweifelhaft geblieben über die Ursache dieser Bewegungen und er war anfänglich ebenfalls von der Idee befangen, die Luft müsse auf irgend einem Wege zum Gehirn dringen und dasselbe ausdehnen. Erst seine spätern Versuche [2] führten ihn auf den rechten Weg. Es stimmen jezt alle Beobachter darin überein [3], dass das Blut die Ursache dieser Bewegungen sey, indem es in den verschiedenen

---

[1] l. c. S. 8 u. ff. „Utrum in universum cerebrum detumescens se constringat comitante aut nictu oculi citius succedente inspiratione atque idem cerebrum comitante aut illico sequente exspiratione tumescens laxetur? anne exspiratione cruor aut aër vel uterque majori copia fortius versus cerebrum prematur atque inspiratione, cessante pressione, cruor aut aër vel uterque delabatur aut superiorum partium pressione deprimatur sicque aut collapsum aut constrictum cerebrum detumescat?“

[2] Ob diese, wie er behauptet, ohne Kenntniss von HALLER's Beobachtungen gemacht wurden, ist zweifelhaft.

[3] Wohl mit der einzigen Ausnahme von DORIGNY. Dieser sagt: gegen die Ansicht, dass die Bewegungen des Gehirns auf mechanische Art, durch die Blutbewegung hervorgebracht werden,

Zeiten des Athmens in verschiedener Menge und mit verschiedener Kraft zum Gehirn und von diesem zum Herzen ströme. Da die Anschwellung beim Ausathmen stattfindet, so muss also während desselben das Blut das Gehirn in grösserer Menge erfüllen, als im Moment des Einathmens. Wir werden offenbar die beste Einsicht in diese Vorgänge erhalten, wenn wir zurückgehen auf die Wirkung, welche der Athemprocess auf den Blutlauf überhaupt ausübt. Betrachten wir zuerst den *Einfluss der Athembewegungen auf den Blutlauf in den Venen.*

A. Es ist bekannt und schon ältere Beobachter, wie Haller, Lamure, Walstorff haben diess gesehen, dass die *Venen,* wenigstens die grösseren Venenstämme, während des *Ausathmens anschwellen,* sich strotzend mit Blut füllen, blau werden, dagegen im Moment der *Inspiration zusammenfallen,* platt und blass werden. Haller (opp. min. I, S. 131) beobachtete die Anschwellung während der Exspiration deutlich an der obern und untern Hohlvene, der Vena jugularis externa und interna, Vena humeralis und Vena iliaea (in deren Anfangsstück), vergl. Versuch 262–276. Die Anschwellung der Venen war ganz gleichzeitig mit der des Gehirns. Walstorff [1] stellte ähnliche Versuche zum Theil mit Haller, die dort erwähnt sind, zum Theil allein an, er beobachtete

---

spreche der Umstand, dass das Anschwellen immer zunehme, wenn irgend ein *Reiz auf das Rückenmark* wirke. Athemholen und Blutumlauf trügen nichts dazu bei. Vergl. Dorigny im Journ. de médecine p. Corvisart, Leroux, Boyer. T. XVII. 1809. und Annales de la société de médecine de Montpellier. T. XX. p. 193.

[1] l. c. S. 51.

dasselbe, auch dass sich die Anschwellung nicht über die Vena humeralis und iliaca hinaus erstreckt. LAMURE sah dasselbe an der obern und untern Hohlvene, der Jugularis und Iliaca. MAGENDIE hat diese Bewegungen an den Venen oft beobachtet. *Ich* habe sie auch in vielen Versuchen gesehen (unter den hier erwähnten vergl. z. B. die Versuche 4, 6, 9, 10). Diese Anschwellung ist aber nicht immer ganz synchronisch mit der Respiration; denn es übt bekanntlich neben der Respiration auch die Contraction und Dilatation des Vorhofs einen Einfluss auf den Blutlauf in den dem Herzen zunächst gelegenen Venen, indem bei der Contraction des Vorhofs das Blut etwas in die Venen eingetrieben wird, und diess findet wohl nicht blos bei sterbenden Thieren statt, wie HALLER glaubte, sondern auch während des Lebens. Wenn nun, was aber nur zufällig ist, Exspiration und Systole des Vorhofs coincidiren, so sehen die Bewegungen in den Venen, wie diess namentlich MAGENDIE beobachtet hat, ziemlich regelmässig aus. Ist diess aber nicht der Fall, wie es häufig geschieht, da die Contractionen des Vorhofs häufiger sind, als die Exspirationen, so wird die Bewegung in den Venen zu einem unregelmässigen Hin- und Herschwanken der Blutsäule. Diess beobachtet man z. B. namentlich in Herzkrankheiten, bei Insufficienz der Klappen u. s. f. Bei magern Personen kann man diese Bewegungen (pulsus venosus) an der Vena jugularis schon durch die Haut bemerken. Hier ist aber jedenfalls noch eine etwa von der Carotis mitgetheilte Pulsation in Abrechnung zu bringen. An der untern Hohlvene und Vena jugularis sah ich eine solche von der Contraction des Vorhofs

herrührende Bewegung im vierten Versuch. Dieselben Bewegnngen an den genannten Venenstämmen sieht man auch, wenn man abwechselnd den Thorax comprimirt und dadurch also die Respiration nachahmt.

B. Wenn man eine Vene durchschneidet, so fliesst aus dem centralen Ende der Vene das Blut während der Exspiration viel stärker als bei der Inspiration; sehr häufig fliesst in dem leztern Moment gar keines aus, während es bei der Exspiration stark hervorquillt [1]. MAGENDIE [2] führte bei einem Hunde eine Sonde durch die Vena jugularis bis in die Vena cava superior ein nnd sah, dass das Blut blos im Moment des Ausathmens floss [3]. So wie die Exspiration, so verstärkt auch Druck auf den Thorax die Blutung aus den Venen bedeutend. Immer ergiessen die Sinus vertebrales, wie ich sehr oft sah, wenn sie verlezt werden, eine enorme Menge von Blnt im Moment des Ausathmens, während bei der Inspiration nur wenig ausfliesst. Klafft die Oeffnung stark, so kann im leztern Moment selbst Lufteintritt stattfinden, wie diess z. B. im achtzehnten Versuch geschah. BICHOFF und SEUBERT [4] hatten die enorme Verstärkung der

---

[1] CHASSAIGNAC, de la circulation veineuse. Paris 1836. 8. S. 118 hat diess gänzlich geleugnet und will damit die Richtigkeit der POISEUILLE'schen Angaben, dessen Versuche er aber gar nicht wiederholt hat, in Zweifel stellen, und doch ist dieses sehr leicht zu beobachten.

[2] Journ. de physiol. experim. I, 132.

[3] Das stärkere Fliessen des Bluts aus der Aderlasswunde am Arm im Moment der Exspiration hat einen andern, nachher noch zu erläuternden Grund.

[4] Comm. de funct. rad. nerv. spinal. Carlsruhe 1833. S. 52.

Blutung aus diesen Sinus im Moment der Exspiration ebenfalls schon öfters beobachtet.

C. Wenn Lufteintritt in die Venen stattfindet, so tritt diese immer nur beim Einathmen in das Gefässsystem und zwar mit einem eigenen Geräusch; beim Ausathmen ergiesst die Vene wieder schaumiges, mit vielen Luftblasen vermischtes Blut in grosser Menge.

D. Directe Versuche über den Einfluss der Respiration auf den Venenblutlauf und Messungen der Stärke desselben besitzen wir insbesondere von Barry [1] und Poiseuille [2]. Der erstere hält bekanntlich den Luftdruck, der auf die äussern Körpertheile wirkt und den bei der Inspiration in der Brusthöhle entstehenden leeren Raum für die einzige Ursache der Fortbewegung des Venenbluts in den Venen nach dem Herzen zu, die also nur in diesem Zeitmoment möglich, während bei der Exspiration dieser Lauf unterbrochen, selbst umgekehrt sey. (Die Anschwellung der Venen bei der Exspiration, das Aufhören von Hämorrhagien durch tiefe Inspirationen, den Lufteintritt in die Venen beim Einathmen erklärte er durch diese Saugtheorie auf äusserst einfache Art.) Er suchte die Richtigkeit seiner Ansicht durch zahlreiche Versuche zu beweisen. Barry ging aber offenbar,

---

[1] Barry Experimental researches on the influence of atmosphaerical pressure upon the blood in the veins. London 1826. Recherches experim. sur les causes du mouvement du sang dans les veines. Mém. lu à l'acad. Paris 1825. 8. Lond. med. chir. review. Octbr. 1826. Froriep's Notizen, 260, 374, 393, 394.

[2] Recherches sur les causes du mouvement du sang dans les veines. Mém. couronné par l'institut. Paris 1832. Archives générales de médecine. 1831. XXVI. S. 404. Müller's Archiv 1834

indem er den Luftdruck für die einzige Ursache hielt, zu weit (vergl. WEDEMEYER'S und MÜLLER'S Einwürfe [1]) und es war der scharfen Beobachtungsgabe POISEUILLE'S vorbehalten, hier die Gränzen des Wahren und Falschen festzustellen. Wenn er bei einem lebenden Thiere seinen *Hämadynamometer* in eine grössere dem Herzen näher gelegene Vene, z. B. die Vena jugularis in der Richtung gegen das Herz zu einführte (nachdem die Röhre bis zum Nullpunkt, von dem an nach auf- und abwärts eine in Millimeter getheilte Scala läuft, mit einer Lösung von kohlensaurem Natron [2] gefüllt war), sah er, dass bei jeder Inspiration die Flüssigkeit sank, bei jeder Exspiration stieg, z. B. beim Einathmen auf — 70—90, beim Ausathmen auf + 60 + 85. Wurde das Thier zu heftigern Athembewegungen genöthigt, so betrug das Steigen bei der Exspiration + 120, das Fallen bei der Inspiration — 150, ja bis zu + 140 und — 250 u. s. f. Durch vielfache in dieser Weise wiederholte Versuche gelangte POISEUILLE zu folgenden Resultaten: Bei der Inspiration wird durch die Erweiterung der Brust in den dem Herzen zunächst gelegenen Venenstämmen das Blut gegen dieselbe angezogen, bei der Exspiration werden die Venenstämme in der Brust, durch den bei Verengerung der Brust verstärkten Druck der enthaltenen Luft comprimirt und so das Blut zurückgetrieben. Diess findet aber nur in den der Brust nähern und klappenlosen Venen statt, in den Venen der Extremitäten und selbst schon etwas höher in

[1] WEDEMEYER über den Kreislauf des Bluts. Hannover 1828. S. 312. MÜLLER'S Physiol. I.

[2] Um die Gerinnung des Blutes zu verhindern.

der Jugularis, wo sich beim Hunde Klappen finden, beobachtet man diese Veränderungen nicht mehr oder nur unbedeutend. Wenn aber auch diese unmittelbare Wirkung des Athmens, dieses Anziehen und Zurückstossen des Bluts, sich nicht sehr weit erstreckt, so findet doch jedenfalls die Einwirkung statt, dass bei der Inspiration, wo die grossen Venenstämme sich so leicht in die Brust entleeren, das Blut der andern Venen in seiner centripetalen Bewegung weniger Widerstand findet, während bei der Exspiration das Blut in allen Venen durch den Rückfluss in den grössern Venen, wenn nicht in eine ähnliche Bewegung versezt, doch jedenfalls in seinem Laufe aufgehalten werden muss, was, da der arterielle Blutstrom zu den Organen im Moment der Exspiration ebenfalls verstärkt ist, mehr als hinreichend seyn wird, um in diesem Zeitpunkt eine peripherische Blutüberfüllung hervorzubringen [1].

II. Wir haben nun aber noch den *Einfluss* zu untersuchen, *welchen die Respiration auf den Blutlauf in den Arterien ausübt.* Lorry (l. c. 308) hat schon angegeben, dass bei gewaltsamen Respirationsbewegungen das Blut mit mehr Kraft in die arteriellen Gefässstämme fortgetrieben werde und hat dieser vermehrten Thätigkeit auch einen Antheil an der während der Exspiration eintretenden Vermehrung der Blutmenge des Gehirns zugeschrieben. Weiter hat man diesen Einfluss der Respiration auf den

[1] Der Einfluss der Contraction und Dilatation des Vorhofs ist gering. Führt man das Instrument bis nahe an denselben, so zeigt sich doch nur ein Schwanken zwischen + 35 (Diastole) und + 65 (Systole).

Arterienblutlauf nicht beachtet und erst MAGENDIE und POISEUILLE haben diesem Gegenstand ihre Aufmerksamkeit geschenkt und denselben gründlich erörtert. MAGENDIE [1] fand, dass wenn er eine Arterie öffnete, der Strahl des arteriellen Bluts immer bei jeder Exspiration auffallend verstärkt wurde, besonders bei starken Exspirationen und Anstrengungen, und eben so auch durch Compression des Thorax; er fand ferner, dass wenn er bei einem Hund die Vena jugularis unterband und in die angeschwollene Partie oberhalb der Ligatur einstach, sich der Blutstrom bei der gewöhnlichen Respiration zwar nicht modificirt zeigte, aber an Stärke um das Drei- und Vierfache zunahm, so wie das Thier irgend eine bedeutende Anstrengung machte; Rückfluss konnte nicht wohl stattfinden durch Anastomosen, wenn er beide Venae jugulares externae unterbunden hatte, da bei Hunden von der Vena jugularis interna nur eine Spur vorhanden ist. Dasselbe beobachtete MAGENDIE auch an der Vena cruralis, wo wegen der Klappen ohnehin kein Rückfluss möglich wäre. Er schloss daher, dass die Respiration den Lauf des venösen Bluts auf doppelte Art modificirt, erstens einmal direct durch die Venenstämme, zweitens von den Venenwurzeln aus vermittelst der Arterien. Noch genauer hat POISEUILLE [2] diesen Gegenstand untersucht. Er sah ebenfalls, dass während der Exspiration, wo also durch die Verengerung der Brust die Gefässstämme comprimirt werden, die Stärke des arteriellen Blutstroms vermehrt ist; er

---

[1] Journ. de physiol. experim. I, 132.

[2] *Recherches sur la force du coeur aortique.* MAGENDIE Journ. de phys. exp. T. VIII. 272. T. IX. 341.

sah an seinem Hämadynamometer, nachdem er dasselbe in eine Arterie eingeführt hatte, die Quecksilbersäule bei jeder Exspiration steigen, bei jeder Inspiration fallen; war die Respiration ruhig, so oscillirte die Quecksilbersäule meist regelmässig um einen mittlern Punkt [1], waren die Respirationsbewegungen heftiger, so entfernte sich sowohl das Steigen als das Fallen sehr von diesem Punkt. Bei sehr starken Exspirationen ist die Kraft, mit der sich das Blut in den Arterien bewegt, fast die doppelte, in den entsprechenden Inspirationen dagegen fast null. Es geht also aus allen diesen Untersuchungen hervor:

1) dass das Blut in den der Brust näher gelegenen grössern klappenlosen Venen im Moment der Inspiration durch die Erweiterung der Brust, wodurch die Luft in dieser verdünnt wird, durch den Druck der äussern Luft in die Brust und in den rechten Vorhof getrieben wird.

2) Dass bei dieser Entleerung der grössern Venenstämme das Blut aus den Venenanfängen leichter nachfliessen kann.

3) Dass im Moment des Ausathmens, wobei der Thorax sich verengt, Blut in den grossen Venenstämmen gegen die Organe zurückgetrieben wird.

4) Dass dieses Zurückfliessen aber da seine Gränzen findet, wo die Venen Klappen besitzen, daher in den Venen der Extremitäten z. B. = null ist.

5) Dass aber durch diesen Rückfluss jedenfalls

---

[1] Bei diesen Versuchen hat das Instrument an der auf- und absteigenden Röhre eine auf- und absteigende Scala. Der Nullpunkt beider ist in gleicher Höhe und bis zu diesem sind beide mit Quecksilber gefüllt.

das Blut in allen Venen in seinem centripetalen Lauf aufgehalten wird.

6) Dass im Moment der Exspiration von den Arterien aus eine grössere Menge Blutes und dieses mit mehr Kraft in das venöse System getrieben wird, als während der Inspiration.

7) Dass durch die beiden Umstände, nämlich das vermehrte Zuströmen in die Venenanfänge von den Arterien aus und den Rückfluss in den Venenstämmen oder den dadurch verursachten Aufenthalt in der centripetalen Bewegung des Venenbluts, jedenfalls im Momente der Exspiration eine bedeutende Blutanfüllung in dem ganzen Venensystem stattfinden muss, die sich auch durch viele Erscheinungen zu erkennen gibt.

8) Dass der rechte Vorhof eine nur ganz unbedeutende Bewegung in den grossen Venenstämmen veranlasst.

Anmerk. Haller [1] und Walstorff [2] glaubten, dass nur bei den allerheftigsten Athembewegungen ein Rückfluss des Venenbluts im Moment der Exspiration stattfinde, bei gewöhnlichem Athmen könne man blos das beim Ausathmen schwieriger geschehende Einfliessen des Bluts in die Lunge als Ursache einer Hebung des Gehirns gelten lassen. Bei der Ausdehnung der Lunge würden die Blutgefässe, welche durch Zellgewebe an die Luftröhrenäste befestigt sind, länger, zu grösseren Winkeln ausgedehnt, bis zu dem, der für die Aufnahme des Bluts der günstigste ist, so dass das Blut in grösserer Menge in diese Gefässe ströme. Bei der Exspiration würden die Blutgefässe comprimirt, die Arterien können kein neues Blut aufnehmen. Es hängen also die Bewegungen des Gehirns von der grössern oder geringern

---

[1] Opp. min. I. am Schluss. — [2] l. c.

Leichtigkeit ab, mit der die Venen ihren Inhalt in das rechte Herz ergiessen können. LAMURE [1] dagegen behauptete, eine blose Hemmung des Einströmens des venösen Bluts in das Herz könne diese Bewegungen nicht veranlassen; es sey ein wirklicher Rückfluss des Bluts in die durch das Gehirn verbreiteten Venen, durch welche dasselbe anschwelle, ein Rückfluss, veranlasst durch den Druck, welchen die in der Brusthöhle eingeschlossenen Gefässe während der Verengerung derselben zur Zeit der Exspiration (oder bei äusserlicher Compression) erleiden. Das Ausathmen sey nicht absolut nothwendig zur Hervorbringung einer Anschwellung des Gehirns; sie entstehe auch, wenn nach starker Inspiration bei geschlossener Stimmrize Ausathmungsanstrengungen gemacht werden, daher beim Anhalten des Athems und starker Anstrengung (wie diess auch ganz richtig ist; am leichtesten überzeugt man sich hievon durch die Untersuchung der Fontanellen). LORRY [2] hielt nicht blos die Anschwellung der Venen durch verhinderte Entleerung für die Ursache der Bewegung, sondern schrieb auch dem während der Exspiration verstärkten Strom des arteriellen Bluts und der Compression der Venen des Unterleibs einen Antheil zu. Alle spätern Beobachter folgten mehr oder minder genau theils der HALLER'schen, theils der LAMURE'schen Ansicht (mit Ausnahme DORIGNY'S, dessen Behauptung schon oben erwähnt wurde), so RAVINA, PORTAL, FLOURENS u. A.

Es lassen sich nach den oben über den Einfluss der Respiration auf den Blutlauf mitgetheilten Beobachtungen verschiedene Wege denken, auf denen eine Hebung oder Anschwellung des Gehirns während der Exspiration zu Stande kommen könnte.

I. Einmal liesse sich annehmen, dass durch die *Arterien allein* dieses veranlasst werde. Die Arterien führen, wie oben nachgewiesen, während der Exspiration eine grössere Quantität Blut und mit mehr

---

[1] l. c. — [2] l. c. S. 308.

Kraft zu den Organen und namentlich zu dem Gehirn. Es könnte daher durch diesen Umstand allein eine in diesem Zeitpunkt eintretende momentane Ueberfüllung der Gehirngefässe und dadurch eine Anschwellung veranlasst werden, auf die dann natürlich im Moment der Inspiration, wo das Gegentheil stattfindet, der entgegengesezte Zustand, nämlich eine Volumsverminderung, ein Einsinken des Gehirns folgen würde. Mehrere scheinen dieser Ansicht zu seyn. CHELIUS [1], der, wie oben erwähnt, nur arterielle Bewegungen des Gehirns annimmt, sagt an jener Stelle: das Athmen hat nur insofern Einfluss auf die Bewegungen des Gehirns, als es Einfluss auf die Beschaffenheit des Pulses hat, was wohl in dieser Weise zu nehmen ist, dass, wenn mit dem Athmen synchronische Bewegungen stattfinden, diese nur durch die grössere oder geringere Stärke der Pulsationen bedingt sind. BURDACH [2] scheint im Ganzen auch die Verschiedenheit der Blutmenge und der Stärke des Impulses der Arterien in den verschiedenen Athmungsmomenten für das Hauptsächlichste zu halten und gibt in seiner gewohnten geistreichen Weise sehr anziehende Erklärungen des Grundes dieser in verschiedenen Zeiten des Athmens verschiedenen Bluterfüllung der Lunge und des Gehirns, wodurch aber die für die hiebei stattfindende mechanische Mitwirkung des Venensystems sprechenden Erfahrungen keineswegs entkräftet werden. Es ist im zweiten Capitel dieser Abhandlung ausführlich auseinandergesezt worden, dass das blosgelegte Gehirn des Menschen und vieler Thiere eine

[1] l. c. S. 38. — [2] l. c. III, 39.

mit dem Herzschlag synchronische Pulsation wahrnehmen lässt. Zugleich und während dieser Pulsationen findet, wie ebenfalls genügend nachgewiesen, eine mit der Respiration synchronische Bewegung statt. Es frägt sich daher: *Kann diese leztere Bewegung einzig und allein dadurch veranlasst werden, dass das arterielle Blut während der Exspiration in grösserer Menge und mit mehr Kraft zum Gehirn getrieben wird, ist daher die Hebung bei der Exspiration vielleicht nichts anderes als eine verstärkte, die Abnahme bei der Inspiration nichts als eine geschwächte Pulsation, sind somit diese zwei Bewegungen eigentlich eine und dieselbe?* Es ist einleuchtend, dass die Beantwortung dieser Frage von höchster Wichtigkeit ist. Zur Erledigung dieses Gegenstandes ist es nöthig, das Verhältniss der sogenannten arteriellen zu den respiratorischen Bewegungen etwas näher ins Auge zu fassen. 1) Bei Kaninchen konnte ich bis jezt blos die respiratorischen Bewegungen, diese aber immer deutlich wahrnehmen, von pulsirenden Bewegungen sah ich auch bei der aufmerksamsten Beobachtung keine Spur, so wenig als Prof. Bischoff, der bei mehreren Versuchen zugegen war. Lorry und Richerand sprechen zwar von pulsirenden Bewegungen bei Kaninchen, allein nach meinen wiederholten Beobachtungen muss ich glauben, wie ich auch oben schon mich aussprach, dass sie die arteriellen Bewegungen mit den respiratorischen verwechselten, was hier, wenn man nicht die Vorsicht gebraucht, zugleich die Herzschläge zu zählen, wohl geschehen kann. Ich kann daher auch nicht zugeben, dass hier die Hebung während der Exspiration blos in einer verstärkten Pulsation bestehe, um so mehr

da ich 2) beim Hunde und bei der Ziege ganz deutlich beide Bewegungen zugleich mit einander beobachtet habe. Ueber die Coexistenz dieser zweierlei Bewegungen bei den genannten Thieren bin ich durchaus nicht in Zweifel. 3) Bei diesen Thieren findet im Allgemeinen folgendes Verhältniss der beiden Bewegungen statt: das mit der Exspiration und Inspiration synchronische Anschwellen und Zusammensinken findet bei fortdauernder pulsirender Bewegung statt und zwar so, dass das Gehirn bei der Exspiration, fortpulsirend, im Ganzen an Volumen zunimmt, anschwillt und dann, ohne dass die Pulsation aufhört, ziemlich schnell zusammensinkt. Es ist keine leichte Aufgabe, diese beiden Bewegungen in ihrem wechselseitigen Verhältniss genau zu beobachten, da häufig durch die Angst und Unruhe der Thiere der Herzschlag sehr frequent, mitunter unregelmässig wird und dann wieder die Anschwellungen des Gehirns zeitweise bei heftigen Anstrengungen der Thiere so bedeutend werden, dass die Pulsationen darin ganz untergehen. Obschon daher in diesem Punkte die Versuche nicht so genaue Resultate gegeben, wie ich es gewünscht, so konnte ich doch so viel erkennen:

a) Die Pulsation war meist während des Ausathmens etwas kräftiger, voller als beim Einathmen, allein diess betrug doch nicht so viel, um daraus die Anschwellung des Gehirns erklären zu können; diese schien von der Pulsation gleichsam unabhängig. Während der langsamern und stärkern Pulsationen beim Ausathmen hob sich das Gehirn allmälig, pulsirend und senkte sich dann in einem schnellern Zeitraum.

b) Jedenfalls aber war die Pulsation nicht dann

am deutlichsten, wenn das Gehirn den höchsten Grad der Anschwellung erreicht hatte; mehrmals konnte ich, wenn das Gehirn den höchsten Grad der Ausdehnung erreicht hatte, von einer Pulsation gar nichts bemerken, es ging diese gleichsam in der Anschwellung unter oder wurde durch dieselbe verwischt (vergl. Versuch 1, 2, 13 und 14) und war beim mehr gesenkten Zustand des Gehirns während der Inspiration deutlicher erkennbar.

4) Das Gehirn verweilt bei anhaltendem Schreien, bei heftigen Anstrengungen des Thieres häufig eine Zeitlang beständig im Zustande grösster Anschwellung, so dass es gleichsam in die Trepanöffnung eingeklemmt ist, ohne dass man dabei irgend eine Pulsation bemerkt, was durch die Wirkung der Arterien allein nicht zu erklären wäre.

5) Unterbindung der Carotiden hat keinen bemerkbaren Einfluss auf diese Bewegungen, sie werden dadurch nicht geschwächt, was doch wohl stattfinden müsste, wenn die Bewegung allein von den Arterien aus hervorgebracht würde. Eben so wenig konnte ich aber die Angabe von Flourens bestätigt finden, dass bei Kaninchen nach Unterbindung der Carotiden oder dieser und einer Vertebralarterie die Bewegungen deutlicher hervortreten.

6) Selbst nach Unterbindung *beider Carotiden* und *Vertebralarterien*, wodurch jede Mitwirkung von den Arterien aus aufgehoben wird, hören die respiratorischen Bewegungen des Gehirns nicht auf, obschon von einer pulsirenden Bewegung dann durchaus nichts mehr wahrzunehmen ist. Diess zeigte folgender

Zehnter Versuch (an einem Hunde). Um mit mehr Ruhe operiren zu können, wurde der Hund durch Einspritzung von Opiumtinctur in die eine Vena cruralis narcotisirt. Nach Verlauf von etwa 13 Secunden trat die Wirkung ein; das Thier athmete nun sehr tief und langsam, der Herzschlag war sehr frequent (30 Athemzüge, 130 bis 140 Herzschläge in der Minute). Zuerst wurde die rechte Carotis blosgelegt und um dieselbe provisorisch der Faden geschlungen. Ausnehmend deutlich sah man hier bei jeder der tiefen Inspirationen die Vena jugularis externa sich entleeren, abplatten und blass werden, bei jedem Ausathmen sich strotzend füllen, dunkelblau werden. Von der Carotis aus wurde nun mit dem Finger und Scalpellheft hinter dem obern Rand des M. pectoralis major, der an dem Ursprung etwas eingeschnitten wurde, nach abwärts vorgedrungen. Ganz in der Tiefe fühlte man einen gegen die Wirbelsäule verlaufenden pulsirenden Strang, der für nichts Anderes als die Arteria vertebralis gehalten werden konnte. Nach vielen vergeblichen Versuchen gelang es endlich, eine Ligatur um dieselbe zu legen und zuzuziehen [1]. Nun wurde die linke Carotis und darauf die linke Arteria vertebralis unterbunden [2]. Das Thier war

---

[1] Hr. Prof. Bischoff hatte die Güte, bei der sehr schwierigen Unterbindung der Vertebralarterien, die er schon früher einmal zu einem andern Zwecke am Hunde vollzogen hatte, mir behülflich zu seyn.

[2] Die besten Leiter bei dieser Operation sind: Der Querfortsatz des sechsten Halswirbels, die erste Rippe und die Luftröhre. Zwischen diesen Theilen steigt die Arterie empor. Wie A. Cooper dieselbe comprimiren konnte, bleibt aber immer schwer

nach und nach während der Operation wieder aus seiner Betäubung erwacht, hatte lebhafte Zeichen von Schmerz gegeben, sich kräftig bewegt, schneller und kräftig geathmet, am Ende schluchzend. Nach Unterbindung dieser drei Arterien war in Nichts eine Veränderung bemerkbar. Nun wurde die um die rechte Carotis gelegte Ligatur zugezogen. In demselben Augenblicke liess das Thier seinen Kopf zurückfallen, bewegte sich nicht mehr, nachdem es bis zu diesem Augenblick sich fortwährend mit Kraft bewegt hatte. Der Athem wurde röchelnd, sehr langsam. Das Herz schlug äusserst schnell, unregelmässig, zitternd. Jezt trepanirte ich schnell und sah nun die dura mater bei jeder der seltenen tiefen Inspirationen zusammensinken und gewölbt sich heben, so oft das Thier ausathmete oder auf dessen Thorax gedrückt wurde. Von einer *pulsirenden* Bewegung sah ich *keine Spur*. Es wurde nun ein Einstich in die Trachea gemacht und das Athmen künstlich unterhalten; allein es war kaum mehr eine Bewegung an der dura mater wahrzunehmen. Diese leztere wurde nun angestochen, worauf sogleich etwas Cerebrospinalflüssigkeit ausfloss, dann die Oeffnung in der dura mater erweitert. Von Zeit zu Zeit machte das Thier wieder von selbst eine tiefe Inspiration, worauf ein röchelndes Ausathmen folgte. Bei jedem (künstlichen oder natürlichen) Ausathmen sah man deutlich 1) dass *das Gehirn anschwoll*, 2) dass aus der Oeffnung der dura mater Flüssigkeit austrat, 3) dass sich unter der Arachnoidea Flüssigkeit

---

begreiflich. Die Section zeigte, dass beide Arteriae vertebrales völlig unterbunden waren, die rechte zugleich mit der Subclavia, die linke allein.

ansammelte und durch eine Oeffnung derselben und dann durch die der dura mater ausfloss. Beim Einathmen sank das Gehirn ein und es trat keine Flüssigkeit aus. Noch mehr Flüssigkeit floss aus, als man das Thier mit den Hinterbeinen hoch hielt; Eröffnung des Lig. obtur. gab wenig Flüssigkeit mehr. Das Gehirn war nach und nach während des Ausfliessens der Flüssigkeit ganz zusammengesunken, bewegte sich nicht mehr; die seltenen Athemzüge des Thiers hatten nun auch aufgehört, das Herz dagegen schlug noch eine Zeitlang fort und starb nur allmählig*. — Aus allem Diesem geht auf das Unzweideutigste hervor, *dass die mit der Respiration synchronischen Bewegungen des Gehirns nicht blos in einer stärkern oder schwächern Pulsation der Gehirnarterien bestehen.*

II. Nach dem Einfluss zu urtheilen, den, wie oben auseinander gesetzt, die Respiration auf den venösen Blutlauf ausübt, liesse sich nun zweitens annehmen, dass die respiratorischen Bewegungen des Gehirns auf folgende Art entstehen.

1) Es wurde oben aus Erfahrungen nachgewiesen, dass im Moment der Exspiration (od. bei Compression des Thorax) das Blut in den grössern Venen eine rückgängige Bewegung macht, die um so intensiver und extensiver ist, je kräftiger die Exspiration.

2) Durch diesen Rückfluss muss das Blut im ganzen Venensystem, wenn auch nicht zurückgedrängt,

---

* In diesem Versuche sah man auch sehr deutlich, wie leicht sich die der Cerebrospinalflüssigkeit an einem Punkte mitgetheilte Bewegung auf einen entfernten Punkt fortpflanzt. So wie man, ehe noch viel Flüssigkeit ausgeflossen war, das lig. obtur. post. nur leicht berührte, floss aus der Oeffnung in den Hirnhäuten Flüssigkeit aus.

doch in seinem centripetalen Laufe gehemmt werden, umsomehr da ja aus den Arterien beständig neues Blut in die Venenanfänge einströmt.

3) Wie die oben mitgetheilten Erfahrungen beweisen, wird das Blut in den Arterien, im Moment der Exspiration in grösserer Menge und mit mehr Kraft fortgetrieben; es gelangt daher auch in grössere Menge zum Gehirn und in alle Venenwurzeln und tritt schneller in die Venen über. Die Venen aber sind in diesem Moment nicht frei, sie sind durch das refluirende oder wenigstens in seinem Laufe aufgehaltene Venenblut angefüllt.

4) In dem Moment der Exspiration wird daher eine Anschwellung aller gefässreichen nachgiebigen Organe, somit vor Allem des Gehirns und ebenso eine Anfüllung aller Venen und Sinus stattfinden.

5) Während der Inspiration geschieht von allem diesem das Gegentheil; der centripetale Lauf des Venenbluts ist durch die Aspiration der grossen Venenstämme äusserst begünstigt, das Venensystem entleert sich mit Leichtigkeit in das Herz, das arterielle Blut wird in geringerer Menge und mit geringerer Kraft in seine Gefässe getrieben; es wird daher in diesem Moment der Ueberfüllung eine Entleerung, der Anschwellung des Gehirns ein Zusammensinken desselben folgen.

Wir haben nun ferner genauer den Mechanismu zu erörtern, durch den dieses Heben und Sinken de Gehirns zu Stande kömmt. Die von dem Rückflus des Bluts in den grössern Venen herrührende Anfü lung des peripherischen Venensystems betrifft beim G hirn und Rückenmark zunächst die *Blutleiter*; erst b

inem gewissen Grade der Anfüllung dieser werden ie Gehirnvenen selbst überfüllt werden, wenn nämich die erstern so gefüllt sind, dass die Gehirnvenen as Blut, welches sie aus den Venenwurzeln erhalen haben, nicht mehr in die Blutleiter entleeren können. Es war daher wohl die Frage erlaubt, die auch ängst aufgestellt wurde: Geschieht die sogenannte *Iebung des Gehirns* durch *Anschwellung der Blutleiter esselben*, ist es daher eine blose Emporhebung, keine Anschwellung desselben?

Die Blutleiter, welche eine solche Hebung vernlassen könnten, sind natürlich nur die an der Bais gelegenen. Diese sind aber bekanntlich klein, traff und durch die dura mater am Knochen sehr festehalten, so dass sie selbst bei strotzender Erfüllung ler übrigen Gefässe sich kaum etwas Weniges auslehnen, meist ganz glatt bleiben. Es ist daher nicht nöglich, dass durch Anschwellung der Blutleiter bei ler Exspiration das Gehirn gehoben werde, und es bliebe sonach nur anzunehmen: dass die Erhebung les Gehirns bedingt sey durch eine *Anschwellung aller lie Gehirnsubstanz durchziehenden Capillaren und Veen, dass* dieselbe also eine periodische Turgescenz des Gehirns darstelle. Diess ist auch die Ansicht der Meisten und es spricht nichts Wesentliches gegen liese Annahme. Ein wirklicher Rückfluss aus den Blutleitern in die Gehirnvenen scheint aber auch bei ler bedeutendsten Blutüberfüllung der erstern kaum e stattfinden zu können, obschon eigentliche Klappen ich nicht finden. Es wäre wohl der Nutzen der Sinus nicht einzusehen, wenn sie nicht im Stande wären, las Gehirn selbst vor einer zu bedeutenden Blutüber-

füllung theilweise zu schützen und es vermag dieser Zweck durch folgende Einrichtung erreicht zu werden. Die Venen münden fast alle schräg in die Blutleiter, so dass die gegen leztere gekehrte Venenwand einen klappenähnlichen Vorsprung bildet. Wahrscheinlich wird bei Anfüllung der Blutleiter diese vorspringende Wand an die gegenüberliegende angedrückt und so die Mündung der Vene geschlossen. So wird einerseits das Rückfliessen des Bluts aus den Blutleitern in die Gehirnvenen verhindert und eben dadurch dem aus den Arterien kommenden Blute der Eintritt in dieselben möglichst erleichtert. Ein Weg bleibt dem Blute der Blutleiter des Gehirns im Fall der Ueberfüllung derselben immer noch offen, der in die Emissarien und in die weiten und nachgiebigen Sinus vertebrales, die sogleich noch näher zur Sprache gebracht werden sollen. — Allein wenn auch ein eigentlicher Rückfluss nicht stattfindet, so kann schon der Umstand, dass während der Exspiration der Zufluss in die Gehirnvenen aus den Arterien vermehrt, der Abfluss in die Venen dagegen bedeutend erschwert ist, hinreichen, in diesem Zeitmoment das Volumen des Gehirns zu vergrössern, eine Anschwellung desselben zu veranlassen. Was nun den Weg betrifft, auf dem die Wirkung, die das Athmen auf den Venenblutlauf ausübt den Gehirnvenen mitgetheilt wird, so liegt es am nächsten anzunehmen, dass diess durch die Venae jugulares und die Venae vertebrales geschehe, da man ja auch die Anschwellung und das Zusammensinken der Venae jugulares unmittelbar beobachtet hat und es scheint diess auch die allgemeine Annahme zu seyn. Allein es gibt doch einige Umstände, welche un

zeigen, dass die Venae jugulares und vertebrales jedenfalls nicht die einzigen, ja nicht einmal die Hauptwege sind, durch die die Wirkung der Respiration auf den venösen Blautlauf im Gehirn fortgepflanzt wird.

a) Einmal ist die Anschwellung der Venae jugulares bei der Exspiration im obern Theil derselben schon viel geringer als weiter unten [1], wie ich öfters gesehen und wie auch FLOURENS angibt [2].

b) Durchschneidung der Venae jugulares schwächt zwar die Bewegungen des Gehirns, hebt sie aber nicht auf, wie ich, wie auch FLOURENS und LAMURE gesehen. (S. oben S. 56 und unten folgd. Seite.) Ja sie wird sogar durch Durchschneidung der Venae jugulares und vertebrales noch nicht aufgehoben. Diess beweist, dass es jedenfalls noch andere Wege geben muss, auf denen eine Mittheilung von den grossen Venenstämmen zum Gehirn stattfinden kann. Diese Wege nun scheinen die *Sinus vertebrales* oder *spinales* zu seyn. Diese Blutbehälter stehen bekanntlich nach oben mit den Blutleitern auf der Schädelbasis, nach der Seite mit den Venae vertebrales, intercostales, lumbares und sacrales in Verbindung. Namentlich scheinen sie in den Bereich der obern Hohlvene zu gehören und

---

[1] Aehnliches zeigten auch die POISEUILLE'schen Untersuchungen, obgleich die von ihm beim Hunde erhaltenen Resultate nicht ganz auf den Menschen anzuwenden sind. Er gibt an, dass vorzüglich die Klappen in der Vena jugularis externa einen weitern Rückfluss hindern. In der Vena jugul. externa des Menschen fehlen dieselben und es könnte sich daher hier leichter eine Wirkung fortpflanzen.

[2] l. c. S. 348.

stehen mit dieser durch die Venae intercostales superiores und die Vena azygos in Verbindung. Dieselben liegen ausserhalb des Sacks der harten Rückenmarkshaut, sind von ihr nicht gestützt, haben dünne, äusserst ausdehnbare Wände, keine Klappen, werden daher sehr leicht ein Uebermass von Blut aus andern Venen aufnehmen. Wer je diese Sinus an lebenden Thieren geöffnet hat, wird über die Capacität und Ausdehnbarkeit derselben und die enorme Blutmenge staunen, die sie ergiessen. FLOURENS [1] glaubt zuerst darauf aufmerksam gemacht zu haben, dass es vorzugsweise die Sinus vertebrales sind, durch welche die Wirkung der Respiration von den Venenstämmen auf das Venensystem des Gehirns sich fortpflanzt, allein MAGENDIE [2] erwähnt schon deren Anschwellung mit Beziehung auf die Bewegung des Gehirns und ich muss wenigstens gestehen, dass es nicht FLOURENS war, durch den ich darauf aufmerksam gemacht wurde, da MAGENDIE's und meine eigenen Beobachtungen mich darauf führten, dass hauptsächlich diese der Ausgangspunkt der Hebung des Gehirns sind, freilich noch in einer andern Weise als es FLOURENS angibt, wie bald gezeigt werden wird. FLOURENS hat aber jedenfalls die eine Wirkung der Sinus vertebrales besonders hervorgehoben. Er hat die Wirkung derselben unter anderem durch folgenden Versuch, den er öfters wiederholte, zu beweisen gesucht. Er öffnete einem trepanirten Kaninchen beide Venae jugulares und vertebrales und liess sie völlig ausbluten. Compression

---

[1] l. c. S. 360. — [2] Leçons sur les fonctions et les maladies du système nerveux. Paris 1839. I. 84.

des Thorax veranlasste noch eine Hebung des Gehirns. Er öffnete nun die Sinus vertebrales in der Lendengegend, liess alles Blut auslaufen (durch Aufhängen des Thiers am Kopf) etc. und als er nun annehmen zu können glaubte, dass sie leer seyen, comprimirte er den Thorax und es erfolgte keine Bewegung mehr. Es ist einleuchtend, dass nur der erste Theil dieses Versuchs etwas beweist, der letztere nicht, da bei einem fast blutleeren Thiere die Bewegung, wenn sie von Anfüllung der Blutgefässe abhängt, jedenfalls aufhören muss, von welchen Gefässen sie auch abhängen mag. — Durch den bis jezt beschriebenen Mechanismus liesse sich nun zwar auf ungezwungene Weise die Anschwellung des Gehirns bei der Exspiration und das Zusammenfallen desselben bei der Inspiration erklären, allein mehrfache Versuche, wovon ich die wichtigsten in Folgendem erwähnen will, haben mir unwiderleglich dargethan, dass dessen ungeachtet es etwas Anderes ist, was die respiratorischen Bewegungen des Gehirns veranlasst und dass diese Anschwellung und Entleerung der Gehirnvenen nur in sehr untergeordneter Weise dazu beiträgt. Es ist dieses *die Bewegung der Cerebrospinalflüssigkeit.* MAGENDIE[1] allein hat diess bis jetzt als hier influirend erkannt, allein

---

[1] Vergl. die Mémoiren in MAGENDIE's *Journal de physiologie experimentale.* T. IV. Tome VII. Tome VIII. Dann s. *Physiologie.* 4. Aufl. I. Ferner: *Leçons sur les fonct. et les mal. du système nerveux,* Paris 1839. T I. S. 58 et 59 und *Leçons sur les phénomènes physiques de la vie* T. I. und sein neustes Werk: *Recherches physiologiques et cliniques sur le liquide cephalorhachidien ou cérébro-spinal.* Paris 1842 (mit Atlas). — (Eine Uebersetzung davon v. G. KRUPP. Leipzig 1843.)

auch er hat bis jetzt noch keine direkten Versuche darüber angestellt. Ich glaube in den folgenden Blättern den Beweis führen zu können, dass die respiratorischen Bewegungen des Gehirns hauptsächlich von der Bewegung dieser Flüssigkeit herrühren, wenn schon das andere Moment, nämlich die Anfüllung und Entleerung der Gehirnvenen, auch mit dazu beiträgt.

Ich muss hier in Kürze, ehe ich weiter gehe, die Verhältnisse dieser Flüssigkeit, wie wir sie durch Magendie's Untersuchungen, die ich wiederholte, kennen lernten, darstellen. Diese Flüssigkeit findet sich bekanntlich gegen alle Analogie mit dem, was in andern serösen Häuten beobachtet wird, nicht in dem sog. Sack der Arachnoidea, sondern zwischen dem Visceralblatt derselben und der pia mater [1]. Hat man die dura mater cerebri und spinalis blossgelegt und macht man am untern Ende des Sacks der dura mater einen Einschnitt, aber so, dass blos fibröse Haut und das sie überziehende Parietalblatt der Arachnoidea verlezt werden, so kömmt eine aus einem dünnen, durchscheinenden Häutchen bestehende, eine Flüssigkeit enthaltende Blase zum Vorschein, und erst nachdem man dieses Häutchen eingeschnitten, fliesst Flüssigkeit aus [2]. Diese Flüssigkeit findet sich also zwischen der

---

[1] Manche behaupten, dass nebstdem auch in dem eigentlichen Sack der Arachnoidea etwas Flüssigkeit sich finde. In Leichen mag diess allerdings der Fall seyn, da die Flüssigkeit sehr bald die Wände durchdringt; im lebenden Thier aber ist es nicht der Fall, wie ich mich auf das *bestimmteste* überzeugte.

[2] Wenn man zwischen Hinterhaupt und Atlas die Flüssigkeit ablässt, gelingt es gewöhnlich nicht, dasselbe zu bemerken, da es sich im angefüllten Zustande genau an die dura mater

Arachnoidea cerebralis oder spinalis und der pia mater, so dass also Gehirn und Rückenmark ganz von dieser Flüssigkeit umschlossen sind. Diese Flüssigkeit füllt alle leeren Räume aus, die nicht von der Nervenmasse eingenommen werden, die Nerven sind ebenfalls bis zu ihrem Austritte aus dem Sack der dura mater darin gebadet. Die Flüssigkeit dringt aber auch, wie MAGENDIE unwiderleglich dargethan und wie man sich leicht überzeugen kann, in die Ventrikeln des Gehirns ein und zwar zuerst in den 4. Ventrikel am Sinus rhomboidalis, welche Stelle MAGENDIE Entrée des ventricules nennt; von hier verbreitet sie sich durch die SYLV'sche Wasserleitung in die 3. und die Seitenhöhlen. — Wie soll nun diese Flüssigkeit zur Bewegung des Gehirns beitragen können? Die Sinus des Gehirns sind, wie oben schon erwähnt wurde, kaum einer Ausdehnung fähig, sie haben bestimmte, fast unveränderliche Dimensionen, die Sinus der Wirbelsäule dagegen liegen ganz ausserhalb der dura mater, haben dünne Häute und sind sehr ausdehnbar. Wir haben gehört, dass im Moment der Exspiration das Blut in den Venen zurückfliesst oder wenigstens in seinem Lauf aufgehalten wird und dieselben ausdehnt, da zu derselben Zeit auch das Blut aus den Arterien in grösserer Menge und mit grösserer Kraft nachströmt. Diess wird nun namentlich auch in den sehr ausdehnbaren *Sinus spinales* stattfinden,

---

anlegt. Um es zu sehen, muss man mit einem feinen Messer die dura mater schichtweise abtragen bis das Häutchen sich vordrängt, dann auf einer Hohlsonde die gemachte Oeffnung erweitern. Es drängt sich nun die mit Flüssigkeit gefüllte Arachnoidea beutelförmig hervor und erst wenn dieser Beutel eingeschnitten ist, fliesst die Flüssigkeit aus.

wie diess in dem Vorigen schon bewiesen wurde, es werden daher dieselben anschwellen[1], und diess um so mehr, da auch jenes Blut, welches bei bedeutender Hemmung des Venenblutlaufs in den überfüllten und unnachgiebigen Sinus des Gehirns keinen Raum mehr hat, sich in die Sinus vertebrales entleert. Diese Anschwellung muss offenbar eine Annäherung der dura mater an das Rückenmark zur Folge haben, diese Bewegung aber muss auf die enthaltene Flüssigkeit wirken, dieselbe zusammendrücken. Diese sucht einen Ausweg, den sie leichter als irgendwo anders im Schädel findet, wo zwar die Gehirnvenen etwas stärker angefüllt, aber die unnachgiebigen Sinus nicht in dem Grad angeschwollen sind; die Flüssigkeit kann daher hier zum Theil ausweichen, sie dringt in die Hirnhöhlen ein, ein Theil davon vielleicht auch unter die Arachnoidea, auf die Oberfläche des Gehirns[2]. Dieses Eindringen der Flüssigkeit muss eine Ausdehnung des grossen Gehirns und eine Hebung des kleinen Gehirns veranlassen. Bei der Inspiration entleeren sich die Sinus vertebrales, die Flüssigkeit tritt in den Wirbelkanal zurück und füllt den leeren Raum aus. Diese Flüssigkeit ist daher in einer fortwährenden Bewegung, einem beständigen Auf- und- Absteigen begriffen. So ungefähr hat schon MAGENDIE diesen Mechanismus dargestellt, ohne jedoch, so viel mir bekannt,

---

[1] Im achtzehnten Versuch gelang es mir, diess direkt zu beobachten.

[2] In mehren Versuchen sah ich unter der Arachnoidea Flüssigkeit und dieselbe bei der Exspiration ausfliessen (vergl. u. a. den 10. und 13. Versuch).

durch direkte Versuche diesen Einfluss derselben auf die Bewegungen des Gehirns dargethan zu haben. Von andern ist, so viel mir bekannt, hierauf gar keine Rücksicht genommen, so auch nicht von dem neusten Schriftsteller über diesen Gegenstand, FLOURENS. Ich habe mich bemüht, durch Versuche und Beobachtungen diese Lücke auszufüllen, und *habe hiebei* Folgendes beobachtet:

Eilfter Versuch (an einem Kaninchen). An der blosgelegten dura mater bemerkte man die Hebung beim Ausathmen, die Senkung beim Einathmen. Beim ruhigen Athmen waren die Bewegungen nicht besonders stark, so wie aber durch Zuhalten der Nase oder Druck auf die Trachea die Respiration erschwert wurde, wurden die Bewegungen stark und ausnehmend deutlich. Das Gehirn mit der dura mater drängte sich beim Ausathmen völlig in die Trepanöffnung ein und fast hervor und sank dann beim Einathmen tief unter das Niveau derselben. Die Bewegung war am entblösten Gehirn, nachdem die dura mater eingeschnitten und zurückgelegt war, gleich deutlich. Ich unterband beide Carotiden, ohne dass dadurch die Bewegung beeinträchtigt wurde. Darauf wurde das lig. obtur. post. zwischen Atlas und Hinterhaupt blosgelegt, nachdem die Nacken-Muskeln an ihrer Insertion am Hinterhaupt abgetrennt waren. Nach vollständiger Stillung der Blutung wurde bei nach vorn gebeugtem Kopfe diese Membran eingeschnitten. Die Cerebrospinalflüssigkeit entleerte sich nun stossweise, bei jeder Exspiration quoll sie hervor und füllte die Oeffnung an, bei der Inspiration wurde sie gleichsam angesogen, verschwand. In dem Boden

der Oeffnung sah man bei der Inspiration die Medulla oblongata, die ganz deutlich eine analoge Hebung und Senkung wahrnehmen liess, wie das Gehirn. Nachdem nun die Flüssigkeit grösstentheils ausgeflossen war, was durch verschiedene Lageveränderungen des Thiers begünstigt wurde, sah man kaum eine Spur von Bewegung des Gehirns mehr. Das Thier war nach dieser Entleerung sehr schwach geworden. Nach einiger Zeit konnte selbst durch die stärksten Athembewegungen, zu denen das Thier durch Verschliessen der Nase, Druck auf die Trachea veranlasst wurde, keine Bewegung des Gehirns mehr hervorgebracht werden. Das Thier wurde nun auf den Boden gesetzt, es bewegte kein Glied, ausser wenn es gekneipt, gezwickt wurde; dann machte es eine, einer reflectirten ganz ähnliche, rasche Bewegung nach vorwärts und war darauf wieder ruhig. Ich nähte die Wunde zu, um den Ersatz der Flüssigkeit abzuwarten, das Thier starb aber am folgenden Morgen.

Zwölfter Versuch (an einem Kaninchen). Die entblösste dura mater zeigte deutlich die schon öfters beschriebenen Bewegungen, die namentlich bei Erschwerung der Respiration sehr deutlich hervortraten. Durch die durchscheinende dura mater sah ich auf der Oberfläche der einen Hemisphäre eine ziemlich starke Vene verlaufen, die bei jeder Exspiration anschwoll, roth wurde, bei jeder Inspiration sich zu einem blassen Bandstreifen abflachte. Ich präparirte nun auf die im vorigen Versuch angegebene Art das ligam. obturatorium posticum rein. Bei aufmerksamer Beobachtung sah ich an demselben eine schwache Hebung beim Ausathmen, drückte

ich auf dasselbe, so hob sich das Gehirn etwas. Ich schnitt nun dieses Band ein und liess die Flüssigkeit ausfliessen, was besonders im Momente der Exspiration und dann stossweise geschah. Das Gehirn sank sogleich etwas ein und unzweideutig wurden nun die Bewegungen schwächer. Ich trug nun, um Raum zu haben einen grossen Theil des ligam. obtur. ab, die Medulla oblongata zeigte eine Bewegung, die obschon nicht sehr bedeutend, die des Gehirns jetzt doch an Stärke offenbar übertraf; bei jeder Exspiration stieg von unten — das Thier lag mit dem Kopfe hoch — aus dem Canalis spinalis Flüssigkeit herauf und überfluthete dann den untern Theil der Medulla oblongata, beim Einathmen verschwand die Flüssigkeit, wie angesogen, und die Medulla oblongata wurde gleichsam trocken gelegt, senkte sich und schien sich etwas abzuplatten. Bei gewöhnlichem Athmen war es mir nicht möglich, auch nur eine Spur von Bewegung am Gehirn wahrzunehmen und selbst bei starkem Zuhalten der Nase zeigte sich eine nur ganz unbedeutende Hebung, die gar in keinem Vergleich stand mit der Anschwellung des Gehirns, wie sie vor Ablassung der Flüssigkeit stattgefunden hatte. Die Bewegung der Medulla oblongata war ebenfalls viel schwächer geworden, jedoch nicht in dem Grade wie die des Gehirns. Ich tödtete das Thier durch Durchschneidung der Medulla oblongata.

Dreizehnter Versuch (an einem Hunde). Nach Ablösung des M. temporalis an seinem Ansatze wurde der Hund auf dem linken Scheitelbein trepanirt. Nachdem die Blutung aus dem Knochen, die ziemlich stark war, gestillt und das Knochenstück

abgenommen war, war ich nicht sogleich im Stande, an der blosgelegten dura mater eine deutliche Bewegung wahrzunehmen. Bald aber nahm ich an derselben ein leichtes, schnelles Pulsiren wahr, das mit dem Herzschlag synchronisch war, wie ich vermittelst des Stethoscops erkannte (der Herzschlag war so frequent und unkräftig, dass er durch die Thoraxwandungen nicht deutlich gefühlt werden konnte). Zugleich mit diesen Bewegungen fand auch unzweideutig ein Heben, Anschwellen des von der dura mater bedeckten Gehirns während der Exspiration, ein Zusammensinken bei der Inspiration statt. Schrie das Thier, so wurde die Bewegung besonders deutlich, ebenso durch Schliessen der Nasenlöcher. Die Pulsationen schienen mir deutlicher, wenn das Gehirn nicht gerade im Zustand der höchsten Anschwellung war. Nachdem ich diese Bewegungen längere Zeit beobachtet, wurden sie etwas schwächer, einigemal schienen völlige Unterbrechungen einzutreten. Ich schnitt nun die dura mater ein, worauf etwas weniges Flüssigkeit ausfloss. Jetzt, nachdem das Gehirn entblösst, konnte ich deutlich wieder eine pulsirende Bewegung und auch die Respirationsbewegungen wahrnehmen; bei sehr heftigen Exspirationen quollen Tropfen einer hellen Flüssigkeit aus einer kleinen Oeffnung in der Arachnoidea an der Oberfläche des angeschwollenen Gehirns hervor, bei jedem Ausathmen trat etwas Flüssigkeit über den Rand der dura mater vor. Es wurden nun die Nackenmuskeln hart am Hinterhauptsbein abgelöst, das Lig. obt. post. blosgelegt und die Blutung sorgfältig gestillt; dann wurde das Lig. obt. post. sammt der dura mater eingeschnitten und nun

die Flüssigkeit abgelassen. Bei jeder Exspiration quoll eine starke Welle der Flüssigkeit hervor, bei der Inspiration wurde die Oeffnung frei und man sah im Grunde derselben die Medulla oblongata. Sogleich nach Ablassung der Flüssigkeit sank das Gehirn zusammen und es blieb nun ein bedeutender leerer Raum zwischen Gehirn und Schädel übrig; an der Medulla oblongata sah ich ebenfalls nicht deutlich eine Bewegung. Es war nun nicht mehr möglich, irgend eine, weder pulsirende noch respiratorische Bewegung am Gehirn wahrzunehmen, obschon ich auf verschiedene Weise die Respiration erschwerte; erst dann als ich durch längeres Verschliessen der Nase äusserst violente Athemanstrengungen veranlasste, senkte sich das Gehirn bei der Inspiration noch etwas weniges tiefer und zeigte dann wieder eine ganz schwache Hebung, jedoch nur einmal, dann nicht wieder[1].

Vierzehnter Versuch (an einem Hunde). Ich trepanirte auf der linken Seite der Crista fronto-occipitalis nach Ablössung des M. temporalis von seinem Ansatz. Bei Durchbohrung der Diploe gab der Hund Zeichen von grossem Schmerz. Nachdem das Knochenstück entfernt war, zeigte sich die dura mater pulsirend gehoben, drang bei jeder Exspiration in die Trepanöffnung ein und senkte sich dann wieder. Ich schnitt nun die dura mater ein, wobei etwas Flüssigkeit ausfloss und schlug sie in Lappen zurück. Jetzt zeigten sich die beiden Bewegungen des Gehirns

---

[1] Professor Bischoff, der bei diesem und dem vorigen Versuch zugegen war, überzeugte sich ebenfalls hievon auf's deutlichste.

sehr deutlich. Es pulsirte synchronisch mit dem Arterienpuls der Arteria cruralis (die ich wegen Befestigung des Thiers auf dem Bauch allein deutlich fühlen konnte). Der Puls war offenbar während des Ausathmens kräftiger als bei der Inspiration, vielleicht aber etwas minder frequent. Während der Pulsation schwoll das Gehirn beim Ausathmen an und senkte sich während der etwas schwächern Pulsation beim Einathmen, ziemlich schnell. Dass die Anschwellung aber bloss durch den stärkern Pulsschlag bei der Exspiration bedingt werde, was auch oben auf das gründlichste wiederlegt wurde, hatte es gar nicht den Anschein. Man sah deutlich eine vom Puls nicht abhängige Anschwellung, während der nur die immer vorhandene Pulsation stärker wurde. Wenn das Gehirn aber am meisten ausgedehnt war, so war die Pulsation nie deutlich wahrzunehmen, gleichsam durch diese verwischt. Nachdem ich diese Bewegungen längere Zeit beobachtet hatte, führte ich einen kleinen Troicart in die linke Hemisphäre ein, zu einer Tiefe, die mich vermuthen liess, den linken Seitenventrikel erreicht zu haben. Bei dieser Einführung gab das Thier durchaus keinen Schmerz zu erkennen. Nach Ausziehen des Stilets floss nun immer eine schwach blutig gefärbte Flüssigkeit durch die Röhre aus, so oft das Thier heftig athmete, besonders wenn es sich heftig anstrengte; auch nachdem ich die Röhre ausgezogen, floss noch etwas ab (ich hatte das Thier mit dem Kopf etwas tiefer gelegt, um das Ausfliessen zu begünstigen). Nach dieser Operation war nun, wie nicht zu verkennen, mit den Gehirnbewegungen eine

bedeutende Veränderung eingetreten. Die pulsirenden Bewegungen schienen auch schwächer, besonders aber war das vorher sehr bedeutende Anschwellen des Gehirns bei der (namentlich durch Druck auf die Trachea erschwerten) Exspiration fast null geworden; das Gehirn lag tief unter dem Niveau der Trepanöffnung und hob sich, selbst wenn die Trachea stark comprimirt wurde, bei der Exspiration kaum sichtbar, später gar nicht mehr, selbst nicht mehr bei stärkerm Ausathmen. Ich nähte die Wunde wieder zu; am vierten Tag erlag das Thier unter Symptomen von Gehirndruck. Es fand sich in der linken Hemisphäre eine apoplectische Erweichung von ziemlicher Ausdehnung, die, wie es schien, besonders dem Lauf des Troicarts gefolgt war.

Fünfzehnter Versuch (an einem Kaninchen). Nachdem ich die Trepanation vollendet, legte ich das Lig. obturatorium posticum bloss. Immer hob sich beim Druck auf dasselbe das Gehirn. Nachdem es angestochen, quoll die Cerebrospinalflüssigkeit hervor, beim Ausathmen stark, beim Einathmen kaum. Gleich nach Ablassung der Flüssigkeit sank das Gehirn bedeutend zusammen. Bei gewöhnlichem Athmen konnte ich jezt keine Bewegung mehr wahrnehmen, selbst bei sehr starkem Druck auf den Thorax kaum eine Spur mehr. Ich tödtete das Thier vermittelst Durchschneidung der Medulla oblongata, wobei auch die Sinus vertebrales anteriores durchschnitten wurden, was eine sehr starke Blutung veranlasste. Auch bei dem stärksten Druck auf den Thorax keine Spur von Bewegung; immer floss aber hiebei das Blut aus den Sinus in grosser Menge.

Sechszehnter Versuch (an einem Kaninchen). Nachdem das Knochenstück ausgebohrt und die dura mater entblöst war, hob dieselbe sich gewölbt während des Ausathmens und senkte sich beim Einathmen. Es war diess schon bei ganz gewöhnlichem Athmen sehr deutlich. Erschwerte ich die Respiration durch Verschliessen der Nase, so wurden die Bewegungen stärker, das Gehirn mit der dura mater ragte dann gewölbt und prall in die Trepanöffnung hinein, so oft das Thier ausathmete. Dasselbe geschah bei Compression des Thorax. In der dura mater sah man einige Venen gegen den Sinus verlaufen, die bei jeder Exspiration sich dunkler färbten, anschwollen, bei jedem Einathmen erblassten, sich abplatteten, so dass sie kaum mehr zu bemerken waren. Ich schritt nun zur Entleerung der Cerebrospinalflüssigkeit und drang zu diesem Zwecke in der Raphe zwischen den Nackenmuskeln, indem ich sie von einander entfernte und ihre Insertion etwas einschnitt, auf das Ligam. obturatorium posticum ein. Mit einem spitzen Messer stach ich dasselbe an, worauf die Flüssigkeit ausfloss, anfänglich continuirlich, dann nur bei starker Exspiration oder Druck auf den Thorax; die Flüssigkeit wurde immer sogleich mit einem Schwamm aufgetupft. Als nichts mehr in der bisherigen Stellung ausfloss, wurden die Hinterbeine hoch, der Kopf tief gehalten und auf den Thorax gedrückt, dann auf die dura mater cerebri ein gelinder Druck ausgeübt; durch diese beiden Operationen entleerte ich noch etwas Flüssigkeit, dann führte ich einen Tubulus in die gemachte Oeffnung und sog den Rest der Flüssigkeit an, so dass ich sicher seyn konnte, alle Flüssigkeit entleert

zu haben. Das Gehirn war während dieser Operation fortwährend mehr eingesunken, die dura mater bildete eine tief concave eingesunkene Fläche (indem sie an den Rändern der Trepanöffnung adhärirt und durch Luftdruck gezwungen wird, sich an das Gehirn anzulegen). Vor der Ablassung der Flüssigkeit hatte sich die dura mater elastisch, prall, resistent angefühlt, so dass jeder Druck sich ausglich, jezt zeigte die eingesunkene Fläche gleichsam ein ödematöses Anfühlen, war schlaff, nachgiebig. Im Anfang sah ich an der eingesunkenen dura mater noch eine schwache Hebung und Senkung, die aber nur bei genauem Zusehen zu bemerken war, da die dura mater immer concav blieb. Bei starkem Druck auf den Thorax, bei Zuhalten der Nase wurden anfänglich diese Bewegungen etwas verstärkt, nachher aber blieb die dura mater auch beim stärksten Druck auf den Thorax concav, eingesunken. Die Venen in der dura mater schwollen nach wie vor an und ab. Ich nähte nun die Wunde zu, nachdem etwas Charpie eingebracht war, um diese Bewegungen zu beobachten, wenn die Flüssigkeit sich wieder ersezt haben würde. Nach 36 Stunden nahm ich das Thier wieder vor. Ich konnte nach den Erfahrungen von Magendie mit Sicherheit annehmen, dass sich die Flüssigkeit wieder ersezt haben werde. Das Thier, das im Anfang nach der Operation immer unbeweglich in einer Ecke gesessen und nur bei Berührung seine Lage verändert hatte, war nach und nach wieder lebhaft geworden und frass. Die Wunde war vereinigt. Ich löste die Nähte und entfernte die mit einander verklebten Wundränder von einander; die mit Exsudat bedeckte dura

mater ragte nun wieder gewölbt, convex in die Oeffnung, war elastisch gespannt, wie vor Ablassung der Cerebrospinalflüssigkeit. Sie hob sich beim Ausathmen, senkte sich beim Einathmen; freilich waren diese Bewegungen nicht so intensiv, wie gleich nach der Trepanation, allein bedenken wir, dass durch das Exsudat die dura mater fester an die Knochenränder adhärirt war, so lässt sich diess leicht erklären. Beim Zuhalten der Nase wurden die Bewegungen deutlicher. Unter der schon vereinigten Hautwunde am Hinterkopf war etwas wässerig-eiterige Flüssigkeit angesammelt, die ich entleerte. Ich entfernte dann die Charpie, die ich in den Grund der Wunde gebracht hatte; die Oeffnung im Lig. obturatorium war geschlossen. Ich stach nun wieder in dieses ein, worauf sich sogleich eine grosse Menge Cerebrospinalflüssigkeit entleerte, in einem bei der Exspiration verstärkten Strom. Durch Druck auf den Thorax und Hochhalten der Hinterbeine entleerte ich noch viel Flüssigkeit, nachdem sie schon zu fliessen aufgehört hatte. Das Gehirn war gleich nach Abfluss der Flüssigkeit zusammengesunken, bei jedem Druck auf dasselbe floss neuerdings Flüssigkeit aus der Oeffnung. Die dura mater lag nun tief, concav in der Oeffnung, weich, ohne allen elastischen Widerstand; mit dem Finger konnte ich das Gehirn kaum mehr erreichen, von Bewegung war keine Spur vorhanden. Das Thier war nach Ablassen der Flüssigkeit sehr matt geworden. Ich nähte die Wunde wieder sorgfältig zu und sezte das Thier in seinen Kasten; es sass hier ruhig in der Ecke, die Ohren gesenkt und schlief, so oft ich es auch erweckte, immer wieder ein, schloss die Augen und

ehnte den Kopf an die Wand. Den nächsten Tag var es wieder munter, die Wunde heilte gut und es ing nur ganz zufällig später durch Misswurf zu Grunde.

Anmerk. Ich suchte auch zu erfahren, ob bei Eröffnung der Seitenventrikel das Einströmen der Cerebrospinalflüssigkeit in dieselben im Moment der Exspiration unmittelbar zu beobachten sey. Ich nahm zu dem Zweck einem Kaninchen die Schädeldecke ab und eröffnete durch Abtragen der Hemisphären die Hirnhöhlen, allein ich konnte auch bei der stärksten Compression des Thorax keine Bewegung der wenigen Flüssigkeit wahrnehmen, die darin enthalten war, woran wohl die äusserst vehemente Blutung, die dem Leben bald ein Ende machte, Schuld seyn mochte.

Die hier mitgetheilten und andre mit ähnlichem Erfolg angestellten Versuche haben Folgendes gezeigt:

1) Dass die *Cerebrospinalflüssigkeit* aus einer in die Arachnoidea gemachten Oeffnung während der *Exspiration in starkem Strom ausfliesst,* während der *Inspiration nur schwach,* und wenn einmal eine gewisse Quantität ausgeflossen, das fernere Ausfliessen nur bei der Exspiration oder Druck auf den Thorax stattfindet, bei der Inspiration dagegen die Flüssigkeit gleichsam angesogen wird und aus der Oeffnung verschwindet. Dasselbe hatte längst schon Magendie beobachtet und von dem stärkern Ausfliessen der Flüssigkeit bei der Exspiration hatten sich auch Bischoff und Seubert [1] überzeugt.

2) Dass an dem blosgelegten Lig. obturat. oder occipito-atlanticum posticum eine *Bewegung wahrnehmbar* ist, nämlich eine Hebung während des Ausathmens, ein Einsinken während des Einathmens.

---

[1] l. c.

3) Wenn man das Lig. obturat. mit der dura mater sorgfältig einschneidet, so kommt die zarte Arachnoidea als eine mit Flüssigkeit gefüllte Blase zu Tage, an welcher man die nämlichen Bewegungen wie am Ligamentum obturatorium, nur noch viel deutlicher, wahrnimmt (siebenzehnter Versuch).

4) *Druck auf das Lig. obtur.* veranlasst eine *Anschwellung* oder Hebung *des Gehirns* und Ausdehnung der dura mater cerebri, Druck auf diese oder das Gehirn veranlasst eine Hebung des Ligam. obturatorium.

5) Ist das Lig. obtur. und der Sack der Arachnoidea eingeschnitten, so vermehrt jeder auch geringe Druck auf die dura mater cerebri oder das Gehirn das Ausfliessen der Cerebrospinalflüssigkeit aus dieser Oeffnung und ebenso, wenn die Arachnoidea cerebralis eingeschnitten ist, ergiesst sich aus derselben beim Druck auf das Lig. obturatorium Flüssigkeit.

6) *Wenn man die Cerebrospinalflüssigkeit entleert, so sinkt das Gehirn sehr bedeutend zusammen*, sein Volumen verkleinert sich, es verliert seine elastische pralle Beschaffenheit und lässt sich leicht mit dem Finger noch mehr zusammendrücken.

7) *Die respiratorischen Bewegungen des Gehirns werden durch die Ablassung der Cerebrospinalflüssigkeit immer sogleich zu einem Grade äusserster Schwäche reducirt, meist ganz aufgehoben, und dann auch durch die stärksten Athembewegungen nicht mehr hervorgebracht.*

8) Wenn man, nachdem die Cerebrospinalflüssigkeit entfernt ist und die respiratorischen Bewegungen gänzlich aufgehört haben, die Wunde sorgfältig schliesst, so stellen sich, *wenn die Flüssigkeit sich wieder angesammelt hat, auch die respiratorischen Bewegungen*

wieder ein; lässt man die Flüssigkeit abermals ab, so hören die Bewegungen abermals auf und das Gehirn sinkt zusammen.

Dafür, dass die respiratorischen Bewegungen vorzugsweise durch die Cerebrospinalflüssigkeit veranlasst sind, sprechen auch noch verschiedene andere Umstände.

a) Die Aerzte haben längst beobachtet, dass die Spannung des Kopfs der Hydrocephalischen bei Anstrengungen oder beim Schreien zunimmt. Auch in der Ruhe sieht man bei jeder Athembewegung die Dimensionen des Schädels sich etwas ändern (Magendie). Es ist mir auch sehr wahrscheinlich, dass die oben erwähnte, namentlich bei starken Exspirationsbewegungen deutliche, Spannung der Fontanellen allein hiedurch bedingt ist.

b) Besonders bei Spina bifida kann man die Wirkung dieser Flüssigkeit beobachten. Der Sack schwillt an beim Ausathmen. (Vergl. Mag. Journal VII, 11.) Wenn man die Geschwulst mit der einen Hand comprimirt und mit der andern die obere Fontanelle befühlt, so beobachtet man das Anschwellen des Gehirns in demselben Grade als der Sack sich entleert [1]. (Siehe hierüber unten bei Bewegung des Rückenmarks.)

c) Magendie hat deutlich dieses Schwanken der Cerebrospinalflüssigkeit aus der Schädelhöhle in den Wirbelkanal beobachtet. Wenn er die Schädeldecke abnahm und den Wirbelkanal öffnete und so die dura mater cerebralis und spinalis entblösst hatte, so bemerkte er, dass beim Druck auf das Gehirn die Flüssigkeit sogleich in den Sack der dura mater spinalis floss und diesen

---

[1] Magendie, leçons T. I. S. 58.

ausdehnte und umgekehrt beim Druck auf diesen in die Schädelhöhle zurückströmte und das Gehirn und die dura mater cerebri ausdehnte. (MAGENDIE Leçons I.) OLLIVIER [1] hat den Versuch öfters mit gleichem Erfolge wiederholt.

d) Wenn man bei einer Leiche oder an einem todten Thier die Arachnoidea spinalis öffnet, die Flüssigkeit ablässt und dann stossweise Luft einbläst, so hebt sich bei jedem Stosse grosses und kleines Gehirn. Bei neugebornen Kindern legte ich sorgfältig die dura mater cerebri und spinalis blos, darauf öffnete ich die dura mater spinalis, dann den zarten Sack der Arachnoidea, liess die Flüssigkeit auslaufen und blies in die gemachte Oeffnung Luft ein. Das von der dura mater bedeckte Gehirn hob sich deutlich bei jedem Einblasen. Ich öffnete die dura mater cerebralis; grosses und kleines Gehirn hoben sich in gleicher Weise beim Einblasen. Dieselbe Wirkung hatte das Einblasen bei Thieren.

e) Bei einem Kaninchen entblösste ich unmittelbar nach dem Tode in der Hals- und Rückengegend die dura mater und nach sorgfältiger Eröffnung dieser den die Flüssigkeit enthaltenden Sack der Arachnoïdea und zwar in aufrechter Stellung. Bei jeder Compression des Thorax stieg die Flüssigkeit in der Arachnoidea gegen das Gehirn in die Höhe und dehnte den Halstheil der zarten Haut bis zum Zerplatzen prall aus. Am Gehirn selbst konnte ich mit Bestimmtheit keine Bewegung wahrnehmen, was wohl darauf

---

[1] OLLIVIER (d'Angers) Traité des maladies de la moëlle épinière. 3. édit. Paris 1837. I, S. 180.

u erklären ist, dass die wegen des aufgehobenen
Drucks der dura mater und der Wirbel allzubedeu-
ende Ausdehnung der Haut und Ansammlung der
Flüssigkeit in der Halsgegend das weitere Aufsteigen
um Gehirn hinderte. Verschlossen war wenigstens
er Eingang in den vierten Ventrikel nicht. Bei jeder
Compression des Thorax ergoss sich das Blut der Si-
ius vertebrales in Menge, was jedenfalls auch die
Wirkung beschränkte. Nachdem diess oft wiederholt
vorden und sehr viel Blut dadurch entfernt worden
var, konnte ich kein Aufsteigen der Flüssigkeit bei
Anwendung von Druck mehr beobachten. Ich öffnete
un die Arachnoidea und trieb mit einer kleinen Spritze
tossweise Wasser in dieselbe. Bei jedem Stoss sah
nan die ganze Arachnoidea durch die Flüssigkeit aus-
edehnt und das Gehirn, sowohl grosses als kleines,
ehoben werden. Bei ersterem schien es mehr eine
Anschwellung, bei lezterm mehr eine Hebung. Nach
Ablassen des Wassers geschah das Nämliche durch
Einblasen von Luft.

f) Eine sehr alte Beobachtung scheint sehr zu
Gunsten der Ansicht zu sprechen, dass die Cerebro-
pinalflüssigkeit einen grossen Antheil an den Bewe-
ungen des Gehirns habe. RIOLAN [1] nämlich hat be-
bachtet, dass nach Eröffnung der Seitenventrikel die
Bewegung des Gehirns aufhört.

Anmerk. MAGENDIE [2] hat, um den Grad der Bewe-
ung dieser Flüssigkeit kennen zu lernen, verschiedene Ver-
uche gemacht. Er entblösste und öffnete das Lig. obtur.

---

[1] *Anthropographia* Parisiis 1626. 4. L. VII. c. I. 655.
[2] Leçons etc. I, 116.

post.; darauf führte er unter die Arachnoidea spinalis eine graduirte Glasröhre, welche mit Tinte gefärbtes Wasser enthielt. Wenn das Thier eine starke Inspiration machte, senkte sich die Flüssigkeitssäule und fast alle Flüssigkeit drang in die Wirbelsäule, beim Ausathmen stieg sie in der Röhre empor. Bei regelmässiger Respiration zeigte sie regelmässige Oscillationen. Nach einiger Zeit erreichte die Flüssigkeit nicht mehr ihre frühere Höhe, wahrscheinlich weil ein Theil derselben resorbirt worden war. MAGENDIE versuchte ferner (ibid. S. 117) mit dem Haemadynamometer von POISEUILLE den Grad des Drucks dieser Flüssigkeit zu messen, allein der Versuch, der wegen der Schwierigkeit der Application des Instruments nur schlecht gelang, da immer neben dem Instrument etwas Flüssigkeit ausfloss, gab kein sicheres Resultat.

Ich glaube, dass man aus dem hier Mitgetheilten mit ziemlicher Sicherheit schliessen darf, *dass die respiratorischen Bewegungen des Gehirns vorzugsweise durch die Bewegungen der Cerebrospinalflüssigkeit veranlasst sind.* Dass dazu die abwechselnde Anfüllung und Entleerung der Gehirnvenen *mit* beitrage, ist nicht zu läugnen.

Viertes Capitel.

Von den Bewegungen des Rückenmarks.

Dass auch das Rückenmark, so wie diess vom Gehirn längst nachgewiesen war, sich mit den Athembewegungen synchronisch bewege, diess hat PORTAL[1]

---

[1] PORTAL, Cours d'anatomie médicale. Paris 1804. T. IV. 66. Ferner: Mémoire lu à l'institut national le 26 ventose an IV. (i. Mém. de la soc. méd. d'émulation. T. I.).

zuerst durch directe Beobachtungen und Versuche nachgewiesen. PICCOLHOMINI [1] zwar hatte schon die Vermuthung geäussert, dass auch das Rückenmark eine Systole und Diastole haben müsse, um die vom Gehirn empfangenen thierischen Geister in die Nerven treiben zu können. DIEMERBROECK [2] schloss diess ebenfalls der Analogie nach. HALLER [3] hat nichts von einer Bewegung am Rückenmark oder dessen Häuten beobachtet (und OLLIVIER scheint eine Stelle bei HALLER falsch verstanden zu haben). VIEUSSENS [4] spricht blos von einem Pulse der dura mater spinalis. LORRY [5] hält es, ohne directe Beobachtungen gemacht zu haben, für unwahrscheinlich, dass kleines Gehirn, Medulla oblongata und spinalis sich bewegen. Dagegen haben schon einzelne frühere Beobachter wenigstens gesehen, dass sich die Geschwulst bei Spina bifida mit der Respiration synchronisch bewege, ohne aber hieraus weiter einen Schluss auf Bewegung des Rückenmarks zu ziehen. So BURG [6], der bei einem mit Spina bifida behafteten Kind bei jeder Defecation die Geschwulst sich heben sah. RICHARD [7] gibt an, bei einem Kinde, dessen Rückgrat in der Gegend der untern Rücken- und obern Lendenwirbel gespalten war, habe sich die Geschwulst bei der Inspiration gehoben, bei

---

[1] ARCHANGELI PICCOLHOMINI anatomicae praelectiones. Romae 1586. fol. p. 260: „profecto rationi consentaneum est ut cerebrum... systole et diastole assidue cieatur, ita medulla spinae, quamquam sensui id non adeo sit ex accidentibus conspicuum."

[2] l. c. l. III. c. V. VII. — [3] Physiol. IV, 89.

[4] l. c. 141. — [5] l. c.

[6] Ephem. nat. curios. dec. II. 6. obs. 58. p. 141.

[7] Ancien journal de médecine XXIX. 1768.

der Exspiration gesenkt, welche verkehrte Angabe wohl, wie OLLIVIER mit Recht bemerkt, nur in einer Verwechslung ihren Grund hat. PETER FRANK [1] hielt es aus theoretischen Gründen für wahrscheinlich, dass das Athmen auf das Rückenmark ebenso wirke wie auf das Gehirn, da langes Anhalten des Athmens eine Congestion im Rückenmark verursache und auch eine Apoplexie desselben bewirken könne. PORTAL war aber, wie erwähnt, der Erste, der durch directe Beobachtungen und Versuche eine Bewegung des Rückenmarks, die mit der Respiration synchronisch ist, nachgewiesen hat. Von einer pulsirenden Bewegung erwähnt er hier eben so wenig etwas, als beim Gehirn. PORTAL sah bei einem Kinde mit einer Spina bifida, die ihren Sitz im obern Theil der Wirbelsäule nicht weit vom Schädel hatte, bei jedem Ausathmen deutlich eine Anschwellung der Geschwulst und zwar eine um so stärkere, je stärker das Athmen war. Wenn er bei neugebornen Hunden oder Katzen den Kanal der Wirbelsäule im obern Theil vorsichtig öffnete, sah er das Rückenmark abwechselnd anschwellen und zusammensinken. PORTAL glaubt, dass diese Bewegung nur im obern Theil des Rückenmarks stattfinde, wenigstens hat PORTAL weder bei Spina bifida im untern Theil der Wirbelsäule, noch bei Vivisectionen, wenn er den Wirbelkanal unter dem dritten oder vierten Halswirbel öffnete, eine Bewegung gesehen. PORTAL hält die Bewegung des Rückenmarks also für ein Anschwellen und Zusammensinken; es finde dasselbe wahrscheinlich fortwährend statt, da

[1] Sammlung auserlesener Abhandlungen. XV, 295.

er Wirbelkanal viel weiter als das Rückenmark sey nd es daher in demselben hinlänglich Raum habe. Das Gehirn dagegen könne nur anschwellen, so lange er Schädel nicht ganz verknöchert, oder wenn eine Oeffnung in denselben gemacht sey, da aber bei jeder Exspiration doch die Gehirnvenen anschwellen, so iesse das Blut in den Wirbelkanal zurück und veranlasse hier eine Anschwellung des Rückenmarks.

Nach Portal hat Magendie [1] das Vorhandenseyn dieser Bewegungen des Rückenmarks bestätigt. Magendie beobachtete in mehreren Versuchen diese Bewegungen, die Hebung des Rückenmarks bei der Exspiration, Zusammensinken bei der Inspiration. In inem Versuche an einem starken Hunde war die Bewegung so intensiv, dass die Luft bei jeder Inspiration mit Geräusch in den Wirbelkanal eintrat und usgetrieben wurde, wenn das Thier exspirirte. Magendie hielt die Bewegung theils für eine Anschwellung, theils auch für eine Erhebung durch Anschwellen der grossen Venen auf der hintern Fläche der Wirbelkörper. Das Rückenmark bewegte *sich ganz*, icht nur in seinem obern Theil. Nicht immer waren iese Bewegungen vorhanden, und waren sie es, bald inmal schwach, ein andermal stark. Ollivier d'Angers at diese Bewegungen bei jungen Thieren ebenfalls eobachtet. Er sah, dass die Bewegung des Rückenmarks aus einer Ortsveränderung und einer Anschwellung zusammengesezt ist. Dass das Rückenmark sich ewege, beobachtete er auch bei einem Anencephalus,

---

[1] Sur un mouvement de la moëlle épinière isochrone à la espiration. Journ. de physiol. expérim. I, 200.

der 20½ Stunden lebte [1]. OLLIVIER [2] hält die Ursache der Bewegung des Rückenmarks für eine dreifache.

1) Ausdehnung der Gefässe des Rückenmarks.

2) Ausdehnung der Venen der Wirbelsäule.

3) Bewegung der Cerebrospinalflüssigkeit.

CRUVEILHIER [3] hat an der Geschwulst bei Spina bifida stets Bewegungen wahrgenommen. In seiner pathologischen Anatomie sagt er am unten angeführten Ort, als Resultat aller seiner Beobachtungen: der Einfluss des Schreiens, also der Respiration auf Ausdehnung der Geschwulst, war immer leicht zu constatiren und selbst, wenn ich öfters untersuchte, erkannte ich, dass sie von leichten Bewegungen, welche denen des Pulses synchronisch waren, bewegt wurde SEUBERT [4] hat bei seinen Versuchen über die Functionen der vordern und hintern Wurzeln des Rückenmarks gesehen, dass sich das Rückenmark beim Ausathmen hebt, beim Einathmen senkt, ebenso TIEDEMANN. Einer pulsirenden Bewegung des Rückenmarks

---

[1] Eine kleine, weiche, gestielte, röthlich-violette Masse wie sie sich in diesen Fällen immer auf dem Rest der Basi cranii findet, bedeckte zum Theil eine Oeffnung von etwa 2 bi 3''' Breite, welche in die Höhle des Wirbelkanals überging Bei jeder etwas starken Inspiration senkte sich die kleine Ge schwulst und verschloss die Oeffnung genauer, bei der Exspira tion war sie erhoben und die Luft trat in Bläschen hervor un trieb Flüssigkeit hervor, welche so die Oeffnung und die umlie genden Theile überfluthete und dann wieder in den Wirbelkana zurücktrat.

[2] l. c. S. 44.

[3] Essai sur l'anatomie et les vices de conformation de l moëlle épinière. Paris 1823. und pathol. Anatomie, übers. v KÄHLER. I, 268. — [4] l. c.

ut Niemand Erwähnung, nur CRUVEILHIER spricht
. c.) von einer solchen Bewegung an den Lenden-
umoren der Spina bifida und OLLIVIER sagt, bei
xperimenten an lebenden Thieren bemerke man,
ass die Flüssigkeit der Arachnoidea von einer dop-
elten Bewegung agitirt wird, wovon die eine mit
em Pulsschlag, die andere mit den Bewegungen der
espiration synchronisch ist. Etwas Aehnliches glaube
h im achtzehnten Versuch beobachtet zu haben. Auch
abe ich damals am Rückenmark eine schwache Pul-
ation wahrgenommen, in andern Fällen habe ich diess
icht beobachtet. Wenn daher auch eine solche Be-
egung existirt, so ist sie jedenfalls sehr schwach.
Ieine eigenen Untersuchungen liessen mich in Bezug
uf diese Bewegungen Folgendes erkennen: bei den
ersuchen über den Einfluss der Cerebrospinalflüssig-
eit auf die Bewegung des Gehirns, wo ich also der
Iedulla oblongata und dem Anfang des Rückenmarks
egenüber den Anfang des Wirbelkanals öffnete, sah
h beständig, dass sich das verlängerte Mark mit
em oberen Theil des Rückenmarks bei jeder Exspira-
ion hob, bei jeder Inspiration senkte. (Vergl. u. a.
ersuch 11, 12, 13.) Bei jeder Exspiration hob sich
asselbe, indem es zugleich von der aus dem Wirbel-
anal aufsteigenden Cerebrospinalflüssigkeit ganz über-
luthet wurde, bei jeder Inspiration wurde es trocken
elegt, sank tiefer zurück und schien dabei sich etwas
bzuplatten. Ich sah die Bewegung ferner noch in
olgenden zwei Versuchen.

Siebenzehnter Versuch (an einem Ka-
inchen). Ich legte auf die schon öfters erwähnte
Art das Ligam. occipito-atlanticum in möglichster

Ausdehnung bloss und stillte sorgfältig die Blutung. Ich sah dasselbe bei jeder Exspiration sich heben, bei jeder Inspiration sich senken. Nun schnitt ich sorgfältig schichtenweise dasselbe und die dura mater ein, ohne dass hiebei Flüssigkeit ausfloss. Die äusserst zarte, von der Flüssigkeit ausgedehnte Arachnoidea drängte sich sogleich in die Oeffnung ein, die ich durch Zurückschlagen der Lappen des Bandes erweiterte und zeigte ganz dieselben Bewegungen, wie das Lig. obt., nur viel deutlicher. Durch die zarte Arachnoidea sah man in der Flüssigkeit den Anfang des Rückenmarks und die Medulla oblongata. Aus dem eigentlich sogenannten Sack der Arachnoidea hatte sich bei Eröffnung desselben keine Flüssigkeit entleert. Nachdem ich die Bewegungen der Arachnoidea längere Zeit beobachtet hatte, schnitt ich dieselbe ein. Die Cerebrospinalflüssigkeit entleerte sich in einem bei jeder Exspiration und jeder Compression des Thorax verstärkten Strome; dann floss sie blos noch während der Exspiration aus. Nachdem die meiste Flüssigkeit ausgeflossen, sah ich auf und neben dem Rückenmark den Rest derselben hin und her flottiren. Das verlängerte Mark und das Rückenmark bewegten sich deutlich; es hoben sich dieselben bei jedem Ausathmen und senkten sich beim Einathmen. Eine Anschwellung schien diese Bewegung nicht zu seyn (wenigstens war sie nur sehr unbedeutend), sondern nur eine Ortsveränderung, ein Heben und Senken. Ich entfernte nun den hintern Bogen des Atlas und sah nun die Bewegungen in grösserer Ausdehnung; die vehemente Blutung aus den verlezten Blutleitern der Wirbelsäule, die beim Versuch der noch weitern Eröffnung

ntstand, machte aber bald alle Beobachtung
nöglich, indem das Blut alles verdeckte und das
eben bald erlosch.

Achtzehnter Versuch (an einem Hunde). Nachdem das Thier durch Injection von Opiumtinctur n die Vena cruralis etwas narcotisirt war, legte ich as Lig. occipito-atlanticum in seiner ganzen Ausdehnung bloss, wobei die Nackenmuskeln an ihrer Inserion abgetrennt und die innersten Schichten derselben bgetragen wurden; die Blutung wurde auf das Sorgältigste gestillt. Ich trepanirte nun auf dem linken cheitelbein. Nach Ausbohrung des Knochens zeigte ich die harte Hirnhaut prall, gespannt, elastisch anufühlen, wie eine durch Flüssigkeit ausgedehnte Haut. Man fühlte und sah auch durch die etwas durchsichige harte Hirnhaut, dass das Gehirn dieselbe nicht nmittelbar berührte, sondern dass sich eine Schichte lüssigkeit dazwischen befand. Anfänglich sah ich icht deutlich eine Bewegung an der harten Hirnhaut; achdem ich sie aber vom Knochenrand etwas abgelöst atte, sah ich bei jeder tiefen schnarchenden Inspiration ieselbe tief einsinken, bei jeder Exspiration sich prall espannt in die Trepanöffnung eindrängen. Eine Pulation an der dura mater war nur sehr undeutlich vahrzunehmen. Das Lig. obtur. bewegte sich deutich mit der Respiration synchronisch, hob sich beim usathmen, senkte sich beim Einathmen. Bei Druck uf dasselbe hob sich die harte Hirnhaut, bei Druck uf diese das Lig. obturatorium. Das Lig. obtur. wurde un in der Mittellinie vom Hinterhaupt bis zum Atlas ei stark vorn übergebeugtem Kopfe eingeschnitten und ie Cerebrospinalflüssigkeit entleert. Sie war bei

diesem starken Hunde in sehr grosser Menge vorhanden und floss während der Exspiration in starkem Strom aus. Jeder Druck auf die harte Hirnhaut verstärkte das Ausfliessen der Flüssigkeit, die von unten her im Wirbelkanal aufstieg. Das verlängerte Mark und Rückenmark bewegten sich deutlich; sie wurden bei jedem Ausathmen emporgehoben, senkten sich beim Einathmen. Die Bewegung dauerte nach dem Abflies-sen der Flüssigkeit noch fort, obgleich schwächer. Die dura mater cerebri war während des Ausfliessens immer mehr eingesunken, lag concav, schlaff in der Trepanöffnung und man bemerkte keine Bewegung mehr an derselben. An dem Rückenmark sah ich zugleich eine äusserst schwache, schnelle, pulsirende Bewegung, die wohl mit dem äusserst frequenten Herzschlag synchronisch war. Das Ligam. obtur. war nach beiden Seiten etwas zurückgeschlagen worden, um wo möglich die Anschwellung der *Sinus* direc zu beobachten. Man sah jederseits auf der innern Fläche der dura mater längs den hintern Nerven-wurzeln die bläulichen Sinus durchschimmern und es schienen dieselben bei jeder Exspiration anzuschwel-len. Es wurde nun versucht, das Band vom obern Rand des Atlas sorgfältig abzulösen, um das Gesichts-feld zu erweitern; allein die hiebei unvermeidliche Verletzung eines Sinus vereitelte diess und alle wei-tern Beobachtungen. Das Blut ergoss sich mit Hef-tigkeit aus demselben und bei einer tiefen Inspiration trat plötzlich Luft mit dem bekannten eigenen Ge-räusch ein und dann mit schaumigem Blut vermischt aus. In wenigen Augenblicken war das Thier todt.

Was nun die Art und Weise betrifft, wie dies

ewegung des Rückenmarks, die mit dem Athmen ynchronisch ist, entsteht, so unterliegt wohl die rkenntniss des Mechanismus derselben, nach dem, as wir über die Ursachen der Bewegung des Gehirns rissen, keinen Schwierigkeiten mehr; die Blutleiter er Wirbelsäule schwellen, wie erwähnt wurde, zur eit des Ausathmens an und veranlassen dadurch eine ntfernung der harten Hirnhaut von der innern Wand es Wirbelkanals, also eine Annäherung derselben n das Rückenmark, worin eben die Bewegung der erebrospinalflüssigkeit begründet ist. Das Rückenark nun liegt der vordern Wand der Wirbelhöhle äher, als der hintern, und diess muss durch die age, in welcher allein man das Rückenmark am leenden Thier bloslegen kann, noch mehr geschehen, nd ebenso muss dazu die Entfernung der hintern Vand des Kanals, wodurch dem Luftdruck Wirkung estattet ist, beitragen, Die Folge davon ist, dass ie Blutleiter der vordern und seitlichen Wand der Virbelsäule bei ihrer Anschwellung dem Rückenmark ntweder durch das Mittel der Cerebrospinalflüssigkeit, der wenn diese entfernt ist, direct eine Erhebung ittheilen, auf welche im Moment der Entleerung der inus ein Zurücksinken folgen muss. Dass die Cererospinalflüssigkeit auf die Bewegungen des Rückenarks nicht denselben bedingenden Einfluss hat, wie uf die des Gehirns, scheint mir aus mehreren Veruchen hervorzugehen. Durch Entleerung derselben vird zwar die Bewegung wohl auch etwas schwächer, ber sie dauert fort. Nach dem angegebenen Mechaismus lässt sich diess auch leicht erklären. Nebstem schwillt auch das Rückenmark wohl selbst etwas

an durch die Turgescenz seiner Venen; es schien mir diese Anschwellung aber immer nur unbedeutend. Es lässt sich in Bezug auf die Bewegungen des Rückenmarks aus den bisherigen Erfahrungen folgendes Resultat ziehen:

a) Die respiratorische Bewegung findet am ganzen Rückenmark statt.

b) Die Bewegung besteht hauptsächlich nur in einer Ortsveränderung.

c) Entleerung der Cerebrospinalflüssigkeit hebt die Bewegung nicht auf.

d) Eine pulsirende Bewegung wurde zwar wahrgenommen, war aber nur äusserst schwach.

Fünftes Capitel.

Eine Frage ist nun noch zu erörtern übrig, die vielfach verschieden beantwortet wurde. Ist anzunehmen, *dass die erwähnten respiratorischen Bewegungen des Gehirns im lebenden, gesunden Körper fortwährend stattfinden, oder treten sie nur ein nach Störung der normalen Bedingungen?*

Schlichting [1] glaubt, dass sich das Gehirn während des Lebens fortwährend bewege, es sey dies möglich gemacht durch einen leeren Raum, der sich innerhalb des Schädels zwischen Gehirn und dura mater befinde; dieser Raum reiche hin zur Expansion und Contraction, zur Bewegung des Gehirns. Der Schädel werde daher vom Gehirn nicht vollständi

[1] l. c. S. 114.

usgefüllt. Die dura mater könne sich nicht bewegen, a sie am Schädel befestigt ist; nur dann, wenn ein Theil des Knochens entfernt sey, könne sie bei der nspiration von der Luft nach Innen gedrückt und ei der Exspiration wieder vom Gehirn nach Aussen etrieben werden. WALSTORFF[1] und HALLER[2] läugnen, ass diese Bewegung im unverlezten, gesunden Kör- er stattfinde und als eine fortdauernde eigenthümliche ewegung des Gehirns zu betrachten sey, wie SCHLICH- ING meint. So lange die dura mater mit dem Schä- el zusammenhänge, beobachte man weder an dersel- en, noch am Gehirn die mindeste Bewegung, aus- enommen den Puls der Arterien. Bei unverleztem chädel werde dieser genau vom Gehirn ausgefüllt, nd die dura mater hänge so genau am Schädel an, ass keine Bewegung stattfinden könne, die diese vom chädel entfernt, oder sie ihm nähert. Die Bewegung nge erst an nach Eröffnung des Schädels und Ent- rnung der dura mater und des Gehirns von dem- elben. LORRY[3] widerspricht ebenfalls SCHLICHTING seiner Behauptung, dass diese Bewegung eine all- emeine und beständig vorhandene sey, es sey im egentheil der gewöhnliche Fall, dass man keine Be- egung wahrnehme und es finde auch wahrscheinlich n natürlichen Zustand und beim ruhigen Gang der unctionen gar keine Bewegung statt (dans l'état na- rel et dans le cours paisible des fonctions il n'y a ucun ébranlement dans le cerveau); eine Tendenz ur Bewegung finde wohl statt, allein dieser werde

[1] l. c. S. 49 u. 65. — [2] Opp. min. I, 131.
[3] l. c. S. 305.

Genüge gethan durch Ausdehnung der Substanz gegen die Hirnhöhlen zu. PORTAL [1] glaubt ebenfalls nicht, dass diese Bewegung beständig stattfinde. Das Gehirn fülle den Schädel ganz aus, es sey kein Raum vorhanden, der eine Anschwellung erlaube; diese Anschwellung finde auch nur dann statt, wenn ein Loch im Schädel sich befinde, oder eine Stelle desselben durch mangelnde Verknöcherung dünn sey. Die Tendenz zur Bewegung sey vorhanden, aber das refluirende Blut könne das Gehirn nicht anschwellen machen, da dieses die Schädelhöhle ganz anfüllt; es fliesse daher in die Venen des Wirbelkanals ab und veranlasse hier eine Anschwellung des Rückenmarks. RAVINA [2] behauptet gegen HALLER und Andere, dass diese Bewegungen beständig vorhanden seyen, indem sich bei der Exspiration das Gehirn nicht über sein Normalvolumen erhebe, bei der Inspiration aber wirklich kleiner werde, durch Verminderung der enthaltenen Flüssigkeit, und den Schädel nicht mehr ausfülle. Dass sich das Gehirn, wenn man auch den Zutritt der äussern Luft von der Trepanöffnung ganz abhält, doch fortbewegt, hat RAVINA ebenfalls bewiesen. MAGENDIE [3] meint, dass diese Bewegungen zwar wohl bei unverleztem Schädel etwas weniger merklich seyn werden, als nach Eröffnung desselben, aber jedenfalls bestimmt vorhanden, da sie nöthig seyen zur Erhaltung der Integrität der Gehirnverrichtungen. Später, wo er von der Bewegung der Cerebrospinalflüssigkeit als Ursache dieser Bewegungen spricht, sagt er, de

---

[1] Anat. méd. IV, 67. — [2] MECKEL's Archiv. III, 124.
[3] Physiologie. I, 141. — [4] Leçons etc. I, 85.

u- und Abfluss dieser Flüssigkeit sey deutlicher nach ntfernung der knöchernen Hüllen des Gehirns und ückenmarks, wahrscheinlich etwas weniger deutlich ann, wenn dieselben, unverlezt, den Druck der Luft ıfhalten, ohne ihn dem Gehirn und Rückenmark mitıtheilen. Joh. Müller [1] sagt: während des Lebens ann bei geschlossenem Schädel keine Bewegung des ehirns durch das Athmen entstehen, da die Schädelöhle von festen Wänden eingeschlossen ist und das ehirn sein Volumen nicht verändern kann. Was an darüber vorgebracht hat, lässt sich leicht durch e physikalische Unmöglichkeit widerlegen. Burdach, lourens, Lamure u. A. scheinen anzunehmen, dass e Bewegung beständig stattfindet. Es ist natürlich hr schwer, direct den Beweis zu führen, dass die ewegungen des Gehirns fortwährend, d. h. nicht oss nach Eröffnung des Schädels oder so lange die erknöcherung nicht vollendet ist, stattfinden, jedoch bt es viele Umstände, welche dafür sprechen, dass nmer eine Bewegung stattfinde.

Was vorerst die Einwürfe betrifft, die man geen die Möglichkeit des fortwährenden Bestehens ner solchen Bewegung gemacht hat, so scheinen sie ir durchaus nicht unwiderleglich.

1) Man hat gesagt, die Schädelhöhle sey von sten Wänden eingeschlossen, das Gehirn fülle den chädel vollkommen aus, es könne daher der Wirung einer heftigen Exspiration, die allein eine Blutberfüllung hervorzubringen im Stande sey, erst dann achgeben, wenn sich eine Oeffnung im Schädel bende, oder derselbe noch nicht ganz verknöchert sey

[1] Physiologie. 2. Aufl. I, 224.

und dehne sich dann über sein Normalmass aus. Di
Schädelhöhle ist nun allerdings von festen Wände
eingeschlossen, allein das Gehirn füllt den Schäd
nicht fortwährend vollkommen aus. Bei Hunden, a
denen man durch Trepanation die dura mater blo
gelegt hat, kann man sich hievon überzeugen. D
Leztere bleibt — die Trepanöffnung muss aber kle
seyn, und man muss einen etwas grössern Hun
wählen — vermöge ihrer Adhärenz mit den Knoche
rändern in gleicher Ebene mit der innern Knoche
fläche und stellt eine straff durch die Trepanöffnu
gespannte Membran dar, die sich nicht bewegt. Ma
sieht, und namentlich dann sehr deutlich, wenn ma
auf das Ligam. occipito-atlanticum einen Druck au
übt, dass das Gehirn nicht unmittelbar die inne
Fläche der dura mater berührt, sondern dass si
zwischen beiden eine dünne Schichte Flüssigkeit befi
det. Bei der Inspiration, namentlich einer tiefen, w
das Gehirn wirklich an Volumen abnimmt, ist dies
Raum zwischen dura mater und Gehirn ganz deutlic
er wird um so kleiner, je stärker das Ausathme
Man kann hier freilich einwenden, es lasse sich die
nicht auf den Menschen anwenden, und man wi
allerdings selten Gelegenheit haben, bei ihm die Ve
hältnisse in dieser Weise mit Ruhe zu beobachte
da hier nur Beobachtungen am Lebenden von Nutz
seyn können. Aber auch an der Leiche wird m
sehen, wie MAGENDIE richtig bemerkt, dass imme
wenn das Gehirn den Schädel vollkommen genau au
füllt, die Gestalt der Gehirnoberfläche Veränderung
erlitten hat, die Windungen abgeflacht, aneinande
gedrückt sich zeigen, so dass die Sulci nur no

durch schmale Linien angedeutet werden. Bei ältern Leuten, namentlich aber decrepiden Greisen, kann der Raum zwischen Gehirn und Schädel für Niemand zweifelhaft seyn [1].

2) Hat man eingeworfen, das Gehirn könne sein Volumen nicht verändern. Mehrfache Beobachtungen haben mir gezeigt, dass diess nicht richtig ist, dass das Gehirn sein Volumen und zwar nicht unbedeutend verändern kann. a) Dass es sich bei tiefen Inspirationen wirklich in allen Dimensionen verkleinert und in allen Punkten von der innern Schädelfläche entfernt, habe ich öfters deutlich gesehen. b) Besonders bedeutend wird aber diese Volumsabnahme, wenn man die Menge der in ihm enthaltenen Flüssigkeit vermindert. Ich habe oben darauf aufmerksam gemacht, wie sehr das Gehirn bei bedeutendem Blutverlust in allen Dimensionen sich verkleinert. Es liegt in solchen Fällen (selbst wenn es sich noch etwas bewegt) immer tief unter dem Niveau der Schädelöffnung und man nimmt zwischen Gehirn und Schädel einen beträchtlichen leeren Raum wahr. Auf ähnliche Weise wie die Entziehung des Bluts, nur in einem

---

[1] Um hierüber Beobachtungen anzustellen, darf man natürlich nur durch möglichst kleine Trepanöffnungen untersuchen, um nicht die Adhäsion der harten Hirnhaut an den Schädel in zu grosser Ausdehnung zu zerstören; denn dass diese sich nach Abnahme des Schädeldachs der Leiche fast immer genau an das Gehirn anlegen wird, indem die etwa noch vorhandene Flüssigkeit dem Druck der Luft weicht und noch abwärts abfliesst, versteht sich von selbst. Die untere Fläche des Gehirns liegt wohl immer der Schädelbasis genauer an, wie schon die stärkere Entwicklung der Juga cerebralia und Impressiones digitatae anzuzeigen scheint.

noch höhern Grad, veranlasst auch die Entziehung der Cerebrospinalflüssigkeit eine Volumsverminderung des Gehirns und es nimmt dasselbe wieder sein früheres Volumen an, sobald die Cerebrospinalflüssigkeit sich wieder ersezt hat. c) So wie aber bei tiefen Inspirationen das Volumen des Gehirns unter das mittlere sinkt, so findet auch bei sehr starken Exspirationen, bei starkem Druck auf den Thorax eine so bedeutende Ausdehnung statt, dass es sich in die Trepanöffnung eindrängt und den Schädel genau ausfüllt, wie man namentlich deutlich an der Bewegung einer Flüssigkeit sehen kann, die man in die Trepanöffnung einbringt. Bei der Inspiration verschwindet diese ganz in der Schädelhöhle, bei der Exspiration füllt sie die Trepanöffnung und fliesst über den Rand derselben aus.

3) Dass die feste Adhäsion der harten Hirnhaut am Schädel, wie HALLER und WALSTORFF wollen, keinen Grund gegen das Vorhandenseyn der Gehirnbewegung während des Lebens abgeben kann, habe ich oben schon auseinandergesezt. Triftige Gründe gegen die Möglichkeit des beständigen Vorhandenseyns dieser Bewegungen scheinen mir durchaus nicht vorhanden zu seyn. Es gibt aber noch manche Gründe, die sehr dafür sprechen, dass das Gehirn während des Lebens sich beständig bewege, diese sind:

1) Das Vorhandenseyn *eines serösen Sacks.* Wenn wir aus ähnlicher Einrichtung auf ähnliche Funktionen schliessen dürfen, welcher Schluss in der thierischen Oekonomie, — natürlich in bestimmten Gränzen — wohl erlaubt ist, so dürfen wir annehmen, dass das Vorhandenseyn eines serösen Sacks immer

af eine stattfindende Bewegung hinweise. Alle Orane, die in serösen Höhlen gelagert sind, sind einer ewegung fähig, so die Lungen, das Herz, der Darmanal, der Hoden etc. Das Gehirn und Rückenmark nd ebenfalls innerhalb eines solchen serösen Sacks efindlich, der allerdings zwar in manchen Beehungen von den übrigen abweicht, aber doch die estimmung der übrigen zu haben scheint und daher esen Schluss wohl erlaubt.

2) Scheinen auch die *Windungen des Gehirns* afür zu sprechen, dass eine Bewegung des Gehirns estehe. Wer je den Zustand der Gehirnoberfläche ei acuten Hyperämien des Gehirns, bei Hypertrophie nd den bei an collapsus senilis erlegenen Greisen erglichen, wird sich des Gedankens nicht erwehren önnen, dass die Windungen auch mit den Zweck aben, eine möglichst grosse Volumsveränderung bei öglichst geringer Beeinträchtigung der Structur zu estatten. Dort sind die Windungen abgeflacht, einandergepresst, so dass sie nur durch schmale nien getrennt sind; hier stehen sie durch keilförmig sgeschnittene thalähnliche Vertiefungen von einaner getrennt; dort scheint das Gehirn nicht Raum zu aben und quillt hervor, so wie man die Schädeldecke nimmt, hier ist ein sichtbarer leerer Raum zwischen ehirn und Schädel vorhanden, den man meist mit erebrospinalflüssigkeit angefüllt findet.

3) Die Bewegungen an den *Fontanellen* sprechen enfalls dafür. Dass diese Bewegungen immer stattnden, wenn das Athmen irgend kräftig ist und dass amentlich bei *Schreien* oder andern starken Exspitionsbewegungen eine kräftige Hebung der Fontanelle

entsteht, wurde oben erwähnt. Diese weiche Stell kann man aber unmöglich einer Schädelöffnung i ihren Wirkungen ganz gleich stellen.

4) An Narben von Schädelwunden hat man öfter ähnliche Bewegungen wie an den Fontanellen gesehen (Siehe SCHLICHTINGS Fall und Versuch, oben S. 53.))

5) Sehr starke Exspirationsbewegungen sind vo Folgen oder Zufällen begleitet, welche eine dab stattfindende räumliche Ausdehnung des Gehirns an zeigen. So sah man das Platzen einer Schädelnarb durch einen heftigen Anfall von Keuchhusten (sieh oben). CALDANI will bei heftigem Erbrechen di Suturen auseinanderweichen gesehen haben. (Noc mehr Fälle bei BURDACH S. 34.) Durch heftig Exspirationsbewegungen, Schreien, Niessen, Erbreche etc. können Schwindel und apoplect. Anfälle entstehe (s. d. Fall v. JAMIESON). Bei Individuen mit Geschwü sten in der Schädelhöhle werden die Schmerzzufäl beim Drängen und allen starken Exspirationsbew gungen äusserst heftig. Bekannt ist endlich das Ve fahren der alten Chirurgen, um bei Schädelwunde oder nach Trepanation die Extravasate, den Eiter z entfernen, den Kranken husten zu lassen.

Nach allem diesem scheint es wohl gerechtferti anzunehmen: dass die *respiratorischen Bewegungen* auc bei *unverleztem Schädel beständig stattfinden.* Allerdin mögen aber dieselben bei geschlossenem Schädel un ganz ruhigem Athmen minder bedeutend seyn, als unt den entgegengesetzten Verhältnissen. Was die pu sirenden Bewegungen betrifft, so scheint HALLER d beständige Vorhandenseyn derselben anzunehmen, wie BICHAT und BURDACH. RICHERAND dagegen glaub

dass so lang der Schädel geschlossen ist, sich kein leerer Raum zwischen den Gehirnhäuten findet, der diese Bewegung gestatte. Die Tendenz zur Bewegung sey zwar vorhanden, gehe aber in wirkliche Bewegung erst dann über, wenn der Schädel einen Substanzverlust erlitten habe.

Es ist kein Grund vorhanden anzunehmen, dass dieselben bei geschlossenem Schädel nicht vorhanden seyen, aber es ist wahrscheinlich, dass sie durch Eröffnung des Schädels deutlicher werden. Wenn man nämlich eine grössere Partie des Schädeldachs abnimmt, so veranlasst der Druck der Luft ein inniges Anliegen der Häute des Gehirns an die Oberfläche desselben und ein Abfliessen der zwischen beiden vorhandenen Flüssigkeit in den Wirbelkanal, die untere Fläche des Gehirns legt sich ebenfalls genauer an die Basis cranïï, mit der sie wohl überhaupt immer etwas in Berührung steht, an, und so können nun allerdings diejenigen Pulsationen, die von den Arterien und der Basis cerebri ausgehen, stärker auf das Gehirn wirken, als wenn der Schädel noch geschlossen ist (vergleiche hierüber *Magendie, leçons sur les fonctions et les maladies du système nerveux.* I. 166). *Dass die respiratorischen Bewegungen des Rückenmarks* während des Lebens beständig vorhanden sind, ist zu bezweifeln kein Grund vorhanden. Das Rückenmark füllt seinen Kanal bei weitem nicht aus; wenn also die Respiration in ähnlicher Weise auf dasselbe wirkt, wie auf das Gehirn, so kann es diesem Impulse noch viel leichter nachgeben, als das letztere. Es ist aber nicht unwahrscheinlich, dass dieselben durch die nach Eröffnung der Wirbelhöhle eintretende innigere Anlegung des

Rückenmarks an die vordere Wand des Wirbelkanals deutlicher hervortreten, während bei geschlossenem Rückgrat, wo der Druck der Cerebrospinalflüssigkeit auf das Rückenmark von allen Seiten ziemlich gleich ist, nach keiner Seite hin eine bedeutendere Bewegung stattfinden kann.

Ob diese Bewegungen des Gehirns und Rückenmarks zur gehörigen Ausübung der Funktion dieser Centralorgane nothwendig, oder ob sie blos ein begleitendes Phänomen sind, möchte wohl schwerer zu entscheiden seyn, als es auf den ersten Augenblick scheint. Alle die Einflüsse nämlich, welche die Bewegungen derselben hemmen und aufheben, wie z. B. grosse Blutverluste, Entleerung der Cerebrospinalflüssigkeit wirken zu gleicher Zeit auch noch in anderer Weise auf dieselben, so dass man daraus, dass die Thätigkeitsäusserungen des Gehirns und Rückenmarks darnach geschwächt oder aufgehoben erscheinen, noch nicht zu schliessen berechtigt ist, es sey dies durch Unterdrückung oder Aufhebung der Bewegungen geschehen.

Schlussresultate.

Als die hauptsächlichsten Resultate dieser Untersuchungen möchte ich folgende hervorheben.

1) Das Gehirn zeigt bei vielen Säugethieren und dem Menschen eine doppelte Bewegung.

a) Die eine ist mit den Respirationsbewegungen synchronisch, das Gehirn dehnt sich aus bei der Exspiration, sinkt zusammen bei der Inspiration;

b) Die zweite ist eine pulsirende, mit dem Herzschlag synchronische.

2) Beide Bewegungen sind in verschiedenen Ursachen begründet und bis zu einem gewissen Grade von einander unabhängig. Die pulsirende (arterielle) Bewegung hat ihren Grund in der Pulsation der Arterien der basis cerebri, wodurch das ganze Gehirn gehoben wird, und in der Pulsation der feinern durch dessen Substanz verbreiteten Arterien. Die andere (respiratorische) Bewegung entsteht vorzugsweise durch das Einströmen der Cerebrospinalflüssigkeit in die Ventrikeln des Gehirns (und wohl auch den Subarachnoidealraum an der Basis cerebri) während der Exspiration, und das Rückfliessen derselben in den Wirbelkanal bei der Inspiration, welche Ortsveränderung durch die Anfüllung der Sinus spinales begründet ist; die bei der Exspiration stattfindende Anfüllung der Venen der Gehirnsubstanz mag zu dessen Anschwellung jedenfalls mitbeitragen. Der Einfluss der Respirationsbewegungen auf die Gehirnbewegung ist also vorzugsweise nur ein mittelbarer. Dieselben wirken auf Anfüllung und Entleerung des Venensystems

und diese auf die Bewegung der Cerebros
sigkeit.

3) Die Bewegung scheint beständig
zu seyn.

4) Das Rückenmark zeigt eb[illegible]
diges, mit den Athembewegu[illegible]
Heben und Sinken; von pulsirende[illegible]
eine Spur.

Verbesserungen.

Seite 14, Zeile 6 v. u. statt cranir lies „cranii"
„ 24, „ 6 v. u. „ diesen Wechsel l. „diese
„ 43, „ 4 v. o. „ an die Trachea, l. „auf di
„ 62, „ 4 v. o. „ Iliaea. l. „Iliaca".
„ 79, „ 16 v. u. „ glatt l. „platt"

GUTTERS

IARACTERS

ON

AL PAGES)

und diese auf die Bewegung der Cerebrospinalflüssigkeit.

3) Die Bewegung scheint beständig vorhanden zu seyn.

4) Das Rückenmark zeigt eb[illegible]lls ein beständiges, mit den Athembewegungen [illegible]ches Heben und Sinken; von pulsirende[illegible] eine Spur.

Verbesserungen.

Seite 14, Zeile 6 v. u. statt cranir lies „cranii“
„ 24, „ 6 v. u. „ diesen Wechsel l. „diese Bewegung“
„ 43, „ 4 v. o. „ an die Trachea, l. „auf die Trachea“.
„ 62, „ 4 v. o. „ Iliaea. l. „Iliaca“.
„ 79, „ 16 v. u. „ glatt l. „platt“